

**A****kémia**

TANÍTÁSA

995. JANUÁR

1995-96 ára: 90,- Ft

III. évf. / 1. szám

TARTALOM

TANTERVÉRŐL, TANTERVKÉSZÍTÉSÉRŐL I.

Dr. Nagy Zsuzsanna
főiskolai docens, BGYTF

LEVELEZŐ

BESZÁMOLÓ A 26. KÉMIAI DIÁKOLIMPIÁRÓL II.

Dr. Botyánszki János
tudományos munkatárs, ELTE
Villányi Attila
tanár, kémia szaktanácsadó, ELTE

KÉMIA: A KULCS A JÖVŐHÖZ

Dr. Várnai György
MKE Kémiatanári Szakosztály elnöke

A VIDEOKAZETTÁK SOK MINDENT ELBÍRNAK...

Dr. Rózsahegyi Márta és Dr. Wajand Judit
egyetemi docensek, ELTE

MI A VEGYÉSZMÉRNÖKSÉG MA?

Dr. Deák Gyula
tanszékvezető egyetemi docens, Veszprém

V. SÁROSPATAKI DIÁKVEGYÉSZ NAPOK

Dr. Velkey László
gimnáziumi igazgató, Sárospatak

KÖNYVISMERTETÉS

KÉMIAI FEJTÖRŐ

Nagy figyelemmel kísérjük az utóbbi évek tantervi munkálatait. Amint hozzájutottunk az egyes tanterv-változatokhoz, elsősorban a tanítandó fogalmak, összefüggések – azaz a tartalom – mennyiségét és minőségét próbáltuk számbavenni, értékelni. (13. oldal)

A 13. Nemzetközi Kémiaoktatási Konferencia (San Juan, 1994. aug. 7-12.) jelmondata volt a címbeli idézet. E konferencián 58 ország 557 szakmai résztvevői között jelen volt Magyarország is. Jó volt magyarnak lenni a Karib-tenger szigetén, ... (19. oldal)

A IV. Vegyészmérnök Világkongresszust néhány évvel ezelőtt rendezték meg Karlsruhe-ban. Az óriási érdeklődéssel kísért eseményen csak néhány magyar előadás hangzott el, pedig a kutatásokkal foglalkozó vegyészmérnökök száma tekintélyes Magyarországon. (21. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné

Dr. Soltész György

Kószó Katalin

Péntek Lászlóné

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 312-988,

FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Tördelő szerk.: Kovács Attila

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 450 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Hirdetésekkel kapcsolatos felvi-

lágosítás: Tóth Mónika

Tel.: (62) 312-988

A kémia tanításában megjelenő valamennyi cikk szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben

Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

TANTERVÉRŐL, TANTERVKÉSZÍTÉSÉRŐL I.

Dr. Nagy Zsuzsanna

főiskolai docens, BGYTF

LEVELEZŐ

BESZÁMOLÓ A 26. KÉMIAI DIÁKOLIMPIÁRÓL II.

Dr. Botyánszki János

tudományos munkatárs, ELTE

Villányi Attila

tanár, kémia szaktanácsadó, ELTE

KÉMIA: A KULCS A JÖVŐHÖZ

Dr. Várnai György

MKE Kémia tanári Szakosztály elnöke

A VIDEOKAZETTÁK SOK MINDENT ELBÍRNAK...

Dr. Rózsahegyi Márta és Dr. Wajand Judit

egyetemi docensek, ELTE

MI A VEGYÉSZMÉRNÖKSÉG MA?

Dr. Deák Gyula

tanszékvezető egyetemi docens, Veszprém

V. SÁROSPATAKI DIÁKVEGYÉSZ NAPOK

Dr. Velkey László

gimnáziumi igazgató, Sárospatak

KÖNYVISMERTETÉS

KÉMIAI FEJTÖRŐ

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utalunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli citálások név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabétikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Nagy Zsuzsanna

Tantervről, tantervkészítésről I.

Nagy figyelemmel kísérjük az utóbbi évek tantervi munkálatait. Amint hozzájutottunk az egyes tanterv-változatokhoz, elsősorban a tanítandó fogalmak, összefüggések – azaz a tartalom – mennyiségét és minőségét próbáltuk számbavenni, értékelni. Ez az a terület, mely a gyakorló kémia tanár számára elsődlegesen körvonalazza a kémia-tanítás cél- és feladatrendszerét.

Részint a hazai, részint a nemzetközi tapasztalatok ismeretében mindannyiunk előtt világos azonban, hogy valóban hatékony kémia-tanítás akkor várható, ha a NAT, a keret-tantervek és a jól definiált követelményrendszer alapján létre tudjuk hozni saját helyi tantervünket, amely

- az egyetemes és nemzeti kultúra **kémiai tartalmából** és a célszerűen megválasztott **módszerek, eljárások alkalmazásából** eredő értékeit meggyőzően közvetíti;
- a kémia-tanítás hagyományainak megfelelően **anyagvizsgálatokra, kémiai kísérletekre** alapozza a tanítás-tanulás folyamatát;
- világos, határozott programot ad az egyes tanulók személyiségének (tudásának, jártasságainak, képességeinek, jellemének, akaratának, magatartásának, irányultságának) fejlődéséhez;
- tartalmazza az ellenőrzés, értékelés alapkövetelményekhez igazodó, mégis speciális, a helyi sajátosságoknak is teret biztosító eszközrendszerét.

Ezen elvárások érvényesítése nemcsak szaktudományi biztonságot, a kémia és a gyakorlati élet (az egészséges életmód, környezeti problémák, a vegyipari termékek alkalmazása stb.) kapcsolatának ismeretét, hanem tanterv-elméleti, módszertani fölkészültséget is igényel.

nyel, a következő döntések meghozatala érdekében:

Megelégszünk-e egyszerű tematikával, esetleg sillabusszal, vagy a curriculum műfajában kívánjuk létrehozni helyi tantervünket?

A tantervi tartalom elrendezésében ragaszkodunk-e a témák jelenlegi deduktív irányú egymásra épüléséhez, vagy pedig az induktív – még inkább – a traduktív logikai utat érvényesítő konduktív tantervet részesítjük előnyben?

A táguló környezet elvén alapuló, kulcsfogalom-központú tantervet kívánunk-e létrehozni, mely a vertikum szempontjából a spirális tanterv ismérveit tükrözi, vagy ragaszkodunk a lineáris, esetleg a koncentrikus tantervhez?

Képesek vagyunk-e a cél- és feladatrendszert időarányos hálótérben fősorakoztatni, mely lehetővé teszi az egyes témák, tematikus egységek modulként történő kezelését, ezek szükség szerinti átcsoportosítását?

Ezek a kérdések a helyi tanterv műfaji sajátosságait állítják előtérbe, megválaszolásuk, megoldásuk – azaz a helyi tanterv létrehozása – korrekt módszertani fölkészültséget kíván. Ennek megszerzését a már rendelkezésünkre álló szakirodalom mellett a megyei pedagógiai intézetek, szaktanácsadók koordinációja révén létrejött munkaközösségekben folyó képzés, önképzés segítheti elő. (A tanárképzés keretein belül jelenleg még nem megoldott a tantervkészítői képzettség, fölkészültség biztosítása.)

Az 1993/94. tanévben egy nyíregyházi és egy kisvárdai tanári munkaközösségben megkíséreltük a tantervkészítés elméletének és módszereinek áttekintésével közel negyven kémia tanár ráhangolását, fölkészítését a ma

még szokatlan feladat, a helyi tanterv elkészítésére.

A rendelkezésünkre álló dokumentumok alapján megállapítottuk, hogy a **közoktatás feladata** a kémia önálló tantárgyként történő tanítása, hiszen az anyagi világra vonatkozó ismeretek az általános műveltség részét képezik, amint az világosan kitűnik az UNESCO által megfogalmazott definícióból, mely szerint

AZ ÁLTALÁNOS MŰVELTSÉG

- AZ EGYETEMES ÉS NEMZETI KULTÚRA LEGFŐBB ÉRTÉKEINEK,
- A TUDOMÁNYOS ISMERETEKNEK SZERVES EGYSÉGE,

MELYET AZ EGYÉN VILÁGNÉZETE FOG ÖSSZE
A TERMÉSZET,
A TÁRSADALOM MÉLYEBB MEGISMERÉSE,
A JÖVŐ ÉLETRE VALÓ FÖLKÉSZÜLÉS CÉLJÁBÓL.

Mivel a tanfolyam idején még csak a Nemzeti Alaptanterv egyes változatait ismertük, illetve Beck Mihály, Bazsa György és Náray-Szabó Gábor által megalkotott tantervi bizottság állásfoglalása állt rendelkezésünkre [1, 2, 3], úgy döntöttünk, elsőként **egy kémia kerettanterv létrehozását kell megoldanunk**. A munkában a következő szempontok érvényesítését tekintettük alapvető fontosságúnak:

1. Tanulmányoznunk kell a tanterv közel kétszázéves történetében kikristályosodott tanterv-elméleteket:

Ziller Németországban és hazánkban Kármán Mór munkássága nyomán megalkotott első elmélet egy **sajátosan rendezett műveltség tartalmát** (a történelmet) ajánl a tantervkészítés vezérfonalául.

Ezt követte a gazdasági, társadalmi, politikai fejlődés által megkívánt **nevelési és képzési célokat előtérbe állító elmélet** (Kerschensztein, Spencer, Bobitt), majd megszületett a **gyermeki személyiség fejlődését előtérbe állító, az érdeklődésre, tevékenységre alapozott tanterv-elmélet** (Decroly, Parkhurst). [4]

Úgy döntöttünk, hogy a mai kor igényeinek leginkább a **Dewey és Nagy László nevével fémjelzett elmélet** felel meg, ezért **választottuk munkánk támpontjául**. Így a következő elméleti alapokat fogalmaztuk meg:

A kémiatanításnak a 12-16 éves korosztály számára közvetítenie kell az egyetemes és nemzeti kultúra azon értékeit, melyek az értelmes, egészséges emberi élethez szükséges kémiai alpműveltség megszerzését biztosítják. Ennek érdekében

- az ember természeti, társadalmi és technikai környezetében létező **kémiai anyagok és jelenségek vizsgálatára alapozva** kívánjuk elsajátíttatni a kémiai alapismereteket és megismerő tevékenységeket;
- a tanulók **biztos anyagismeretére építve** segítjük elő az anyag sajátosságainak, változásainak lényegét föltáró okok, összefüggések, **elméleti alapok fölismerését, megértését;**
- a **környezeti kémia** alapvető fogalmainak, vizsgáló módszereinek elsajátíttatásával kívánjuk erősíteni a környezet védelme iránti racionális, elkötelezett beállítódást, valamint a kémia és a gyakorlati élet kapcsolatának fölismerését, megértését;
- az **élet szempontjából fontos** anyagok, jelenségek vizsgálatával, megismertetésével támogatjuk az egészséges életmód szokásrendszerének kiteljesedését;
- az anyagok előfordulását, előállítását, alkalmazását és újrahasznosításának lehetőségeit vizsgálva segítjük elő a fiatalok technikai műveltségének kiteljesedését;
- a kémia és a kémiai technológia történet kiemelkedő eseményeinek, személyiségeinek megismertetésével a tanulók hazaszeretetének, más népek iránti megbecsülésének fejlődését támogatjuk.

2. A közismereti kémia eredményes tanítása a 7-10. osztályban csak megfelelő órakeretben várható, ezért évfolyamonként legalább heti 2-2 kémiaórát tartunk szükségesnek.

3. A tanterv műfaji kritériumai közül a következőket alkalmazzuk a kerettanterv létrehozásában.

3.1. A tanterv összetevői szempontjából

kerettantervünk: core curriculum.

3.2. A tanítási-tanulási folyamat belső szerkezete, iránya szerint

a traduktív logikai utat követő konduktív tanterv.

3.3. A tudás kialakulásának időbeliségét tükröző típusok közül

a táguló környezet elvén alapuló, kulcsfogalom-központú tanterv ismerveit részesítjük előnyben.

3.4. Az iskolafokozatban a vertikum szempontjából

spirális a kerettanterv.

3.5. A háttértudományok, valamint a többi természettudományos tárgyhoz való viszonya szempontjából autonóm tanterv, mely a

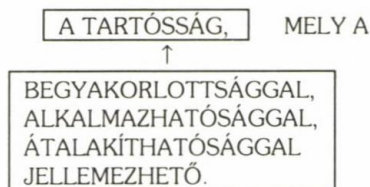
koncentrációt érvényesíti.

3.6. Formai, módszertani szempontból

moduláris és időarányos hálótanterv.

4. A követelmények egzakt megfogalmazása céljából a Nagy József által ajánlott taxonómiát alkalmazzuk, mely szerint

A TUDÁS EGYIK LEGFONTOSABB ISMÉRVE



TARTÓSSÁGA SZEMPONTJÁBÓL A TUDÁS MINŐSÉGE HÁROMFÉLE LEHET:

IDŐLEGES TUDÁS („I”):

- RÖVID IDEIG ÉL (AMÍG SZÜKSÉGES),
- KEVÉSSZER ALKALMAZOTT,
- DE ÁLTALÁNOSÍTHATÓ,
- TOVÁBBFEJLESZTHETŐ.

TARTÓS TUDÁS („T”):

- EGY-EGY TÉMÁBAN ÉL,
- TÖBB ÓRÁN IS ALKALMAZOTT,
- ELÉGGE BEGYAKORLOTT,
- BŐVÍTHETŐ, ÁTALAKÍTHATÓ.

ÁLLANDÓSULT TUDÁS („Á”) – EGÉSZ ÉLETEN ÁT ÉL,

- RENDSZERESEN, SOKOLDALÚAN ALKALMAZOTT,
- MAXIMÁLIS BEGYAKORLOTTSÁGÚ,
- ÁTALAKÍTHATÓ, TOVÁBBFEJLESZTHETŐ.

A taxonómia alkalmazását a **helyi tantervben** látjuk célszerűnek, mivel a kerettantervben Bazsa György már idézett írásában fontosnak ajánlott témákat rendeztük moduláris hálótantervbe. (Augusztus utolsó hetében a megyei pedagógiai intézetek közvetítésével jutott el a szaktanácsadókhoz a Művelődési és Köznevelési Minisztérium 1994. júniusi, Nemzeti Alaptanterv Tantervi Követelmények című 2. munkaanyaga. Ez a tervezet sem alkalmazza az előző taxonómiát, ám úgy véljük, nincs kibékíthetetlen ellentmondás a kétféle megoldás között.)

Az egyes témák vizsgálata során az ismert tantervszerkesztési módszerek közül a tezaurációt, a Logel-módszert és a Gyaraki F. Frigyes által ajánlott gráf-mátrix technikát alkalmaztuk.

Szem előtt tartottuk az életkori sajátosságokat, a fokozatosság elvét, így tudtunk dönteni például abban a sokat vitatott kérdésben is, hogy a szerves kémia tanítása megelőzheti-e a szervetlen kémiát.

EGY KÉMIA KERETTANTERV KÉT VÁLTOZATBAN

„A” változat: —————> „B” változat :>

1. A mindennapok kémiája:

- a táplálkozás,
- a higiénia.

Anyagok: víz, só, cukor, ecet, keményítő, fehérje, szén, Al, levegő, oxigén, CO és CO₂, vitamin, Ca, Fe, Na, K (kötött), sósav, mosószerek, etanol.

Jelenségek: oldás, (oldat), olvadás, égés, erjedés.

2. Alapvető információk az anyag szerkezetéről

A periódusos rendszer
Elem, atom, p, n, e
A vegyjel, A mól
A molekula, molekularács
A kovalens kötés
A kémiai képlet

3. A szénvegyületek kémiája

Szénhidrogének
Műanyagok
Alkoholok
Szénhidrátok
Karbonsavak
Észterek
Aminosavak
Fehérjék

4. További információk az anyag szerkezetéről

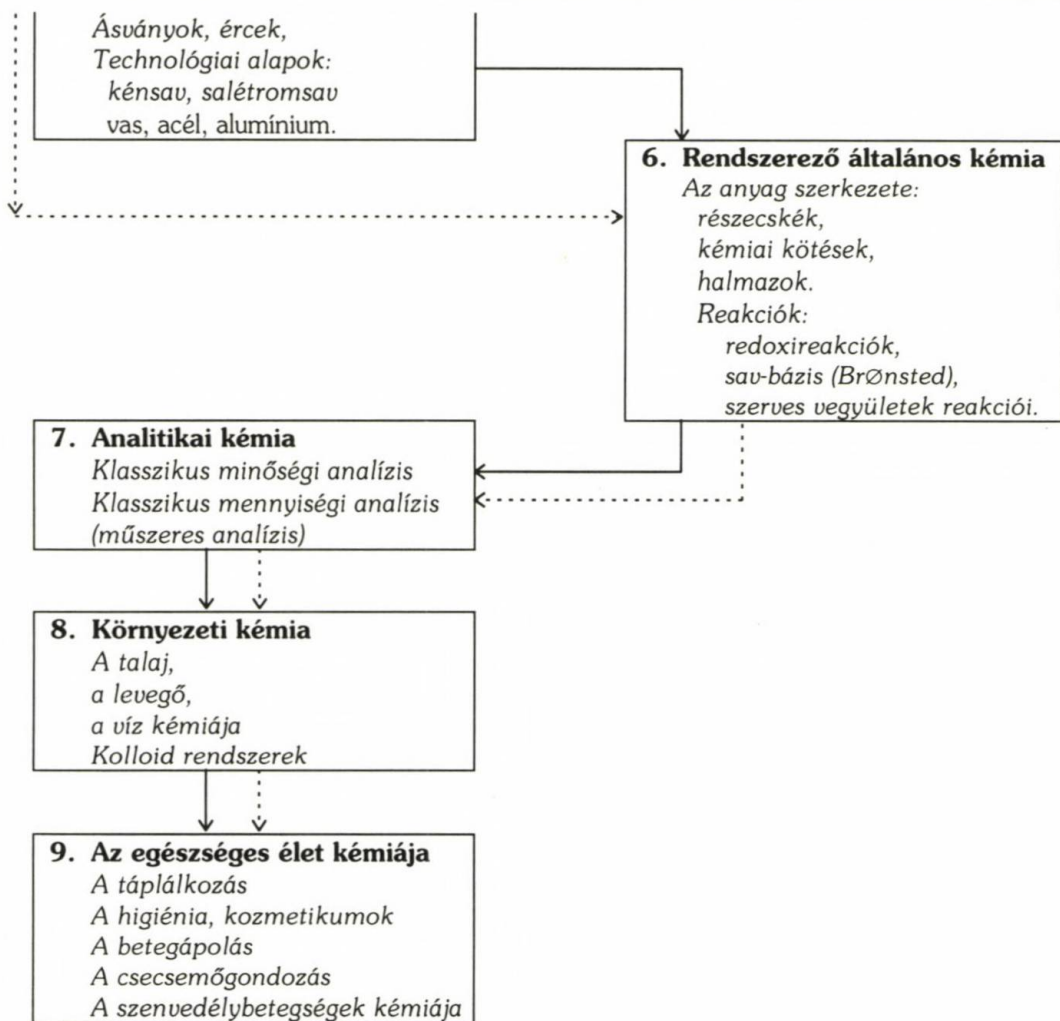
Atomrács
Fémrács, fémes kötés
Ionrács, ionos kötés
Redoxireakció
Sav, bázis, só – Arrhenius szerint
Reakcióegyenletek

5. Szervetlen kémia**ELEMEK:**

Nemfémes elemek
Fémes elemek
Félfémek

VEGYÜLETEK:

Oxidok
Hidridek
Hidroxidok
Sók



Végül a helyi tanterv tartalmi és formai vonásait próbáltuk fölvázolni, melyből egy részletet mutatunk be:

1. A MINDENNAPOK KÉMIÁJA; KÉMIAI ALAPISMERETEK

A TÉMA TANÍTÁSÁVAL KÖZVETÍTHETŐ ÉRTÉKEK:

1. Az egészség, az egészséges életmód szokásrendszerének tudatosítása:

- az egészség megőrzésében fontos szerepet játszó anyagok, jelenségek megismertetésével;
- a laboratóriumi munka alapvető rendszabályainak, a munkavédelmi és balesetelhárítási szabályok elsajátításával.

2. A tanulók mindennapi életéből ismert anyagok vizsgálatával a kémiai laboratóriumi eszközök kezelésének elsajátítása.

Jártasság kialakítása az alapvető laboratóriumi műveletek, egyszerűbb anyagvizsgálatok végzésében.

A laboratóriumi alpműveletek, anyagvizsgálatok jegyzőkönyvezési technikájának elsajátítása.

3. A kémiatanulás módszereinek elsajátításával a rendszeres munkára nevelés, a döntési képesség, az akarat, a reális önértékelés képességének fejlesztése. A problémamegért és problémamegoldó képesség fejlesztése.

A TANTERVI TÉMÁK RÉSZLETEZŐ KIFEJTÉSE, KÖVETELMÉNYEK

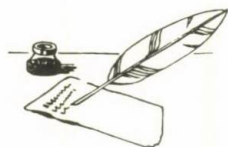
A SZEMÉLYISÉG FEJLESZTÉSE (ÉRTÉKEK)	TÉMÁK	FOGALMAK	KÖVETELMÉNY
	1. A mindennapok kémiája		
Az egészség a helyes táplálkozás függvénye	– a táplálkozás	táplálékok Á	(állandósult tudás)
		kenyér Á	
		fehérje (siker) I	(időleges tudás)
		keményítő I	
		vitaminok I	
		tej, tejtermékek Á	
		fehérje I	
		tejcukor I	
		vitaminok I	
		kalcium I	
		hús Á	
		fehérje I	
		mikroelemek I	
		zöldség, gyümölcs ... Á	
		vitaminok I	
		cukrok I	
		mikroelemek I	

A példában bemutatott követelménymintával is jelezzük, hogy bizonyos esetekben a tudáselemek időlegesen ugyan, de a későbbi témák földolgozása során tartós vagy állandósult tudássá fejlődnek.

Irodalom

- [1] A Nemzeti Alaptanterv 1., 2., 3. változata.

- [2] Bazsa György: Kémia - a NAT alapszintű követelményei (vitaanyag, 1992.)
- [3] Bazsa György: Gondolatok a közoktatásról és a kémiatanításról, Magyar Kémikusok Lapja, 1994/2.
- [4] Ballér Endre: Tantervelmélet és tantervi reform, Tankönyvkiadó, 1978.

**LEVELEZŐ**

Részlet dr. Nagy Zsuzsanna főiskolai docens (Bessenyei György Tanárképző Főiskola Nyíregyháza) szerkesztőségünkhöz küldött leveléből:

„A múlt hét végén ebben a témában¹ volt egy előadásom a Magyar Tudományos Akadémia Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testülete kémia szekciójában. Itt a megyénkben élő és dolgozó szakembereken kívül jelen voltak a megyéből elszármazott minősített vegyészek, kémiatanárok, közöttük akadémikusok is. Érdeklődéssel fogadták a témát, a vitában

kiderült, ugyanúgy értékelik a problémát: talpára kell állítani a közoktatásban a kémiatanítást.”

„Nagyon jó lenne, ha ezzel az ügygel kapcsolatban kialakulhatna vita A kémia tanításában! A folyóirat elődjével is az volt a legnagyobb gondom, hogy hiányzott az „Olvasói levelek” című rovat², pedig ez megtalálható volt a Himija v Skole-tól az Education in Chemistry-ig minden módszertani folyóiratban!”

²Hasonló megfontolásból van két olyan rovata lapunknak, amelyben helyt adunk a termékeny vitáknak, a szuverén gondolatoknak.

(A szerkesztő megjegyzése)

¹t.i. tantervről, tantervkészítésről

Dr. Botyánszki János - Villányi Attila

Beszámoló a 26. Kémiai Diákolimpiáról II. A feladatok

I. Gyakorlati forduló

1. gyakorlati feladat

Zsírsavak meghatározása

Figyelmeztetés!

A keményítő és a fenolftalein indikátorokat három versenyző közösen használja, ezért használat után azonnal tedd vissza a helyére! Ha elszennyeződne, rögtön cseréld ki!

Az eredményt csak az indokolt számú értékes tizedesjegy pontosságig add meg!

Egy telítetlen, egybázisú zsírsavból és egy telített, egybázisú zsírsav-etilészterből álló keveréket etanolban feloldottunk úgy, hogy az oldat 2,00 ml-ében a sav és az észter összmennyisége 1,00 g. Határozd meg titrálás segítségével a keverék savszámát¹⁾, elszappanosítási számát²⁾ és jódszámát³⁾! A savszám és az elszappanosítási szám segítségével kiszámítható mólókban kifejezve az 1,00 g keverékben levő zsírsav és zsírsav-észter anyagmennyisége.

Megjegyzés: A kiadott 12 ml ismeretlen oldatot úgy oszd be, hogy elég legyen az egész méréshez! További mennyiség nem áll rendelkezésedre.

- 1) **Savszám:** 1 g, savból és észterből álló keverék semlegesítéséhez szükséges KOH mennyisége milligrammban kifejezve.
- 2) **Elszappanosítási szám:** 1 g, savból és észterből álló keverék elszappanosításához szükséges KOH mennyisége milligrammban kifejezve.

- 3) **Jódszám:** 100 g keverék által felvett jód (I) mennyisége grammban kifejezve.

Relatív atomtömegek:

I = 126,90	O = 16,00
K = 39,10	H = 1,01

1) A savszám meghatározása

Reagensok és eszközök: ismeretlen oldat, 0,1000 M KOH, indikátor (fenolftalein), etanol/éter (1 : 1 elegy), buretta (50 ml), Erlenmeyer-lombikok (3 × 250 ml), mérőhenger (100 ml), osztott pipetta (2 ml), tölcser.

Eljárás: Az ismeretlen összetételű oldatból mérj be pipettával 250 ml-es Erlenmeyer-lombikokba 2,00 ml aliquotokat! Adj hozzájuk először kb. 100 ml etanol/éter (1 : 1) elegyet, majd 5 csepp indikátort! Titráld meg az oldatokat 0,1000 M KOH-oldattal! Számítsd ki a savszámot!

2) Az elszappanosítási szám meghatározása

Reagensok és eszközök: ismeretlen oldat, 0,5000 M KOH/etanol-oldat, 0,1000 M HCl, etanol/víz (1 : 1 elegy), indikátor (fenolftalein), mérőlombik (50 ml), gömblombik (250 ml), Liebig-hűtő, buretta (50 ml), Erlenmeyer-lombikok (3 × 250 ml), hasas pipetta (25 ml), hasas pipetta (10 ml), osztott pipetta (2 ml), tölcser, üvegbot. A gömblombik és a Liebig-hűtő a vegyifülke alatt található.

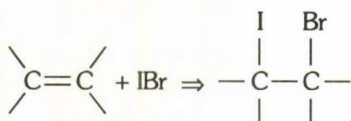
Eljárás: A gömblombikba az ismeretlen oldatból mérj be 2,00 ml-t, majd adj hozzá 25,0 ml 0,5000 M KOH/etanol-oldatot! A

fülke alatt levő lombikfűtő kráter segítségével refluxold a keveréket **30 percig** (a melegítés kezdetén a szabályzót állítsd a 10-es, majd 7 perc elteltével az 5-ös fokozatra)! Ezután vidd vissza a lombikot az asztalodhoz, és csapvízzel hűtsd le! A lehűlt oldatot az etanol/víz 1 : 1 eleggyel kvantitatíven mosd át az 50 ml-es mérőlombikba, majd töltsd fel a jelig ugyanezzel az eleggyel! 10 ml-es aliquotokat titrálj meg fenoltalein indikátor (5 csepp) jelenlétében, 0,1000 M HCl-oldattal!

Számítsd ki az elszappanosítási számot!

3) A jódszám meghatározása

A meghatározás alapját képező reakció során a jódbrom a kettőskötésre a következő egyenlet szerint addicionálódik:



Az úgynevezett Hanus-oldatot (IBr ecetsavas oldata) feleslegben adjuk. Miután a reakció lejártszódozott, a jódbrom felesleget jodidionokkal reagáltatjuk, mikor is a



egyenlet szerint I_2 keletkezik, amit a szokásos módon, tioszulfátos titrálással határozunk meg.

Figyelmeztetés: Óvatosan bánj a jódbrom oldattal! Ha véletlenül bárhova kicsöppenne, azonnal semlegesítsd tioszulfát-oldattal!

Reagensek és eszközök: ismeretlen oldat, 0,2000 M Hanus-oldat, diklór-metán, KI 15 %-os desztillált vizes oldata, desztillált víz, 0,2000 M nátrium-tioszulfát-oldat, keményítő indikátor, Erlenmeyer-lombikok (3 × 500 ml), buretta (50 ml), osztott pipetta (2 ml), mérőhengerek (10 ml és 100 ml), hasas pipetta (25 ml), alumínium fólia.

Eljárás: 500 ml-es Erlenmeyer-lombikokba az ismeretlen oldatból mérj be pipettával 1,00 ml aliquotokat, és adj hozzá 10 ml diklór-metánt! Pipettával mérj hozzá 25,0 ml Hanus-oldatot, majd a lombik száját zárd le alumínium

fóliával! Lombikodat jelöld meg, és tedd be a fülke alatt található szekrénybe **30 percig**! Közben rázogatással keverd meg néhányszor! A harminc perc letelte után adj hozzá 10 ml 15 %-os KI-oldatot, majd alapos összerázás után 100 ml desztillált vizet! Titráld 0,2000 M nátrium-tioszulfát-oldattal halványsárga színig! Adj hozzá keményítő indikátort (3 ml), majd folytasd a titrálást, amíg a kék szín teljesen el nem tűnik!

Számítsd ki a jódszámot!

4) Az 1) és a 2) mérések eredményeinek felhasználásával:

Számítsd ki az 1 g, savat és észtert tartalmazó keverékben levő észter anyagmennyiségét, mólban kifejezve!

2. gyakorlati feladat

BROMIDION MEGHATÁROZÁSA VISSZAMÉRÉSES TITRÁLÁSSAL

Megszívlelendő jótanácsok:

- Az eredményt csak az indokolt számú értékes tizedesig add meg!
- A kiadott ezüst-nitrát- és kálium-tiocianát-oldatból kell gazdálkodnod. E két oldatból többet nem kaphatsz!
- Csak egy darab 25,00 ml-es pipettád van!

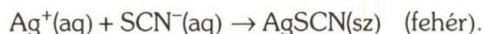
A meghatározás elve

A bromidion ismert mennyiségű, feleslegben vett ezüstion hozzáadása után az alábbi egyenlet szerint ezüst-bromid-csapadékot ad:

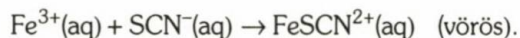


Az ezüstionok feleslegét ismert koncentrációjú tiocianát-oldattal kell megtitrálni, amelynek pontos koncentrációját is meg kell határozni.

A titrálás folyamán a következő reakció megy végbe, amely az ezüst-tiocianát kicsapódásához vezet:



Indikátorként vas(III)-ionokat adunk a rendszerhez, amelyek a végpontot vörös színnel jelzik:



a) Eljárás

Minden versenyző talál az asztalán egy 0,5 literes, barna, csavaros kupakú üveget, benne körülbelül $0,08 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ koncentrációjú KSCN-oldatot, egy 0,25 literes, ugyancsak barna, csavaros kupakú üvegben pedig ismert, pontosan $0,1000 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ koncentrációjú AgNO_3 -oldatot. A KSCN-oldat pontos koncentrációját a versenyzőknek kell meghatározni.

i) A bromidion meghatározása az ismeretlen oldatban

Egészítsd ki desztillált vízzel a 250 ml-es mérőlombikban lévő, bromidion-tartalmú oldatot!

Mérj ki az így elkészített törzsoldatból (pipettával) egyenként 25,00 ml-es részleteket három Erlenmeyer-lombikba! Adj mindegyikhez (mérőhengerrel) 5 ml $6 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ koncentrációjú salétromsav-oldatot!

Mindegyik oldathoz mérj ki az ismert koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatból (pipettával) 25,00 ml-t, majd körülbelül 1 ml-t a vas(III)-indikátorból (mérőhengerrel)!

Titráld meg a három aliquotot a kálium-tiocianát-oldattal! A végpontot az jelzi, amikor az oldat (beleértve a csapadékot is) – tartósan – nagyon gyengén barnás színűvé válik. Nagyon fontos, hogy a végpont közelében erősen rázogassuk a lombik tartalmát, és desztillált vízzel mindig bemossuk a lombik faláról az oda kerülő cseppeket. A színnek legalább egy percen keresztül meg kell maradnia.

ii) A kálium-tiocianát-oldat pontos koncentrációjának meghatározása

Mérj ki (pipettával) 25,00 ml ezüst-nitrát-oldatot egy Erlenmeyer-lombikba, adj hozzá kb. 5 ml $6 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ koncentrációjú salétromsav-oldatot, majd körülbelül 1 ml-t a vas(III)-indikátorból (mérőhengerrel)! Végül

önts hozzá 25,00 ml vizet (ezt is mérőhengerrel)!

Titráld meg a lombik tartalmát a meghatározandó tiocianát-oldattal az előző [i)] pontban leírt végpontig!

Számítsd ki a kálium-tiocianát-oldat koncentrációját $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ -ben, majd a másik – 250 cm^3 -re kiegészített – oldat bromidion-tartalmát $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ -ben!

$$A_r(\text{Br}) = 79,90.$$

b) Feladat

A titrálás ekvivalencia-pontján az oldat AgBr -ra és AgSCN -ra egyaránt telített. Számítsd ki a szabad (oldott) bromidionok koncentrációját ebben az oldatban!

$$L(\text{AgBr}) = 5,00 \cdot 10^{-13}$$

$$L(\text{AgSCN}) = 1,00 \cdot 10^{-12}$$

A számításnál hagyd figyelmen kívül a pH és a vas(III)-speciesszek hatását!

Megjegyzés: A válaszlapon ne csak a kért végeredményt add meg, hanem a számítás menetét is tüntesd fel!

II. Elméleti forduló

1. feladat

Az izom intenzív, anaerob anyagcsere-folyamatai során tejsav keletkezik. A vérben a tejsav a hidrogén-karbonát-ionokkal reagálva semlegesítődik. Ezt modellezzük ezzel a számítással.

A tejsav egyértékű sav, amelyet a továbbiakban HL-lel jelölünk, és a savállandója: $K(\text{HL}) = 1,4 \cdot 10^{-4}$. A szénsav disszociációs állandói: $K_{s1} = 4,5 \cdot 10^{-7}$ és $K_{s2} = 4,7 \cdot 10^{-11}$. Feltételezzük, hogy a reakciók során az összes szén-dioxid az oldatban marad.

a) Számítsd ki a $3,00 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ HL-oldat pH-ját!

b) Számítsd ki a tejsav és a hidrogén-karbonát-ion között végbemenő reakció egyensúlyi állandóját!

- c) $3,00 \cdot 10^{-3}$ mol tejsavat (HL) adunk $1,00 \text{ dm}^3$ $0,024 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ koncentrációjú NaHCO_3 -oldathoz (az oldat térfogata változatlan marad, és a HL gyakorlatilag teljesen „semlegesítődik”).
- Számítsd ki a NaHCO_3 -oldat pH-ját a HL hozzáadása előtt!
 - Számítsd ki a pH-t a HL hozzáadása után!
- d) Egy ember vérében a fizikai munka következtében keletkező tejsav miatt a pH 7,40-ról 7,00-re csökkent. A következő és az f) számítás során tekintsük úgy, hogy a vért modellező vizes oldatban a $\text{pH} = 7,40$ és a $[\text{HCO}_3^-] = 0,022 \text{ M}$. Hány mól tejsav került $1,00 \text{ dm}^3$ ilyen oldatba, ha a pH 7,00-re változott?
- e) A mészkeő $[\text{CaCO}_3(\text{sz})]$ telített oldatának pH-ja 9,95. Számítsd ki a telített oldat koncentrációját, és bizonyítsd be, hogy a számított oldhatósági szorzat értéke: $L = 5 \cdot 10^{-9}$!
- f) A vér kalciumot is tartalmaz. Határozd meg a „szabad” kalciumionok maximális koncentrációját a d) kérdésben szereplő körülmények között! ($\text{pH} = 7,40$ és $[\text{HCO}_3^-] = 0,022 \text{ M}$.)
- b) Számítsd ki az oldat pH-ját, amikor az a) feladatban szereplő titrálás során 0 ml, 9,65 ml, 19,30 ml, illetve 28,95 ml NaOH -oldatot adtak a rendszerhez! Haanyagold el az ammóniagáz és a sósav reakciója során bekövetkező térfogatváltozást! Az ammóniumion savállandója: $K_s = 5,7 \cdot 10^{-10}$.
- c) Rajzold fel a titrálási görbét a b) feladatban kiszámított értékek felhasználásával!
- d) Mennyi az átcsapási pH-tartománya annak az indikátornak, amelyet a titráláshoz használhatunk!
- e) A Kjeldahl-módszer aminosavak moláris tömegének meghatározásához is használható. Egy adott kísérletben, egy természetes aminosav molekulatömegének meghatározásához a tiszta aminosav $0,2345 \text{ g}$ -ját roncsolták, és az ammóniát $50,00 \text{ ml}$ $0,1010 \text{ M}$ sósavba vezették. A visszatitrálás során $17,50 \text{ ml}$ $0,1050 \text{ M}$ nátrium-hidroxid-oldat fogyott. Számítsd ki az aminosav moláris tömegét egy, illetve két nitrogéntartalmú funkciós csoportot feltételezve a molekulában!

3. feladat

A kén sokféle olyan vegyületet alkot oxigénnel és halogénnel, amelyekben a kén a központi atom. Ezek legtöbbször molekuláris vegyületek, és közülük sok könnyen hidrolizál vízben.

2. feladat

A mezőgazdasági termékek nitrogéntartalmát gyakran határozzák meg Kjeldahl-módszerrel. A meghatározás során a vizsgálati mintát forró, tömény kénsavval kezelik, így a szerves kötésben lévő nitrogén ammóniává alakul. Ezután tömény nátrium-hidroxidot adnak hozzá, és ammónia formájában ismert térfogatú és töménységű sósavba desztillálják, a sósav feleslegét ismert koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal visszatitrálják.

- $0,2515 \text{ g}$ tömegű, elporított mintát kezeltek kénsavval, majd a nátrium-hidroxid segítségével felszabadított ammóniát $50,00 \text{ ml}$ $0,1010 \text{ M}$ sósavba desztillálták. A savfelesleg titrlására $19,30 \text{ ml}$ $0,1050 \text{ M}$ NaOH -oldat fogyott.
- Írd fel a lehetséges, elektronpontokkal ábrázolt, ún. Lewis-szerkezeteiket az alábbi molekuláknak: SCl_2 , SO_3 , SO_2ClF , SF_4 , SBrF_5 !
- Állapítsd meg és ábrázold gondosan mind az öt molekula geometriáját! (Az ideálistól csupán kis mértékű eltéréseket elhanyagolhatod.)
- Egy vegyület ként (tudjuk, hogy ebből molekulánként csak egy atomot), oxigént és egy- vagy többfajta halogénatomot (F, Cl, Br, I) tartalmaz. Az anyag kis mennyiségét vízzel reagáltatjuk, így ennek következtében oxidáció, illetve redukció nélkül

elhidrolizál, és mindegyik termék az oldatban marad. Különböző reagensek 0,1 M-os oldatait adjuk a mintából készült oldat kis részleteihez.

Írd le azoknak az ionoknak a képleteit, amelyeket a következő vizsgálatokkal kimutathatunk!

- i) Salétromsav- és ezüst-nitrát-oldatot adunk hozzá.
- ii) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ -oldatot öntünk hozzá.
- iii) NH_3 -val történő semlegesítés ($\text{pH} = 7$) után $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -oldatot adunk hozzá.

Írd fel a lehetséges reakciókat akkor, ha:

- iv) a minta savas kémhatású oldatához először KMnO_4 -oldatot, majd $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ -oldatot adunk,
- v) egy másik részlethez $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ -oldatot adunk!

d) A valóságban a c)-ben felsorolt vizsgálatok a következő tapasztalatokat adták:

- i) Sárgás csapadék.
- ii) Nincs csapadék.
- iii) Látható reakció nincs.
- iv) A legfontosabb változás, hogy a permanganát jellemző színe eltűnik, és a $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ -oldat hozzáadásakor fehér csapadék keletkezik.
- v) Nincs csapadék.

Írd fel az i)-v) tapasztalatokat együttesen, figyelembe véve a lehetséges összes vegyület képletét!

e) Végül egy egyszerű mennyiségi analízisnek vetjük alá a vegyületet:

7,190 g-ot mérünk ki belőle, és vízben oldjuk úgy, hogy végül $250,0 \text{ cm}^3$ oldatot kapjunk. Ennek $25,00 \text{ cm}^3$ -éhez salétromsavat és a teljes csapadék képzéséhez szükséges AgNO_3 -ot adunk. A csapadék tömege mosás és szárítás után 1,452 g. Határozd meg a vegyület képletét!

f) Írd fel a vegyület vízben való oldódásakor bekövetkező hidrolízis ionegyenletét!

Ha nem talátlad ki a képletet, írd fel az egyenletet az SOCIF képletű vegyületre!

4. feladat

A platina(IV)-oxid laboratóriumban előállítható ugyan, de a természetben nem fordul elő. 650°C -on, ha az oxigén nyomása 1 atm, a szilárd platina(IV)-oxid egyensúlyban van az oxigénnel és a fém platínával.

a) A fentiek alapján milyen körülmények voltak a Földön akkor, amikor a ma ismert ásványok keletkeztek?

- ① $p(\text{O}_2) = 1 \text{ atm}$, $t = 650^\circ\text{C}$;
- ② $p(\text{O}_2) < 1 \text{ atm}$, $t < 650^\circ\text{C}$;
- ③ $p(\text{O}_2) > 1 \text{ atm}$, $t < 650^\circ\text{C}$;
- ④ $p(\text{O}_2) < 1 \text{ atm}$, $t > 650^\circ\text{C}$;
- ⑤ $p(\text{O}_2) > 1 \text{ atm}$, $t > 650^\circ\text{C}$;

Jelöld a válaszlapon a legvalószínűbbet az ①-⑤ lehetőségek közül! Csak egy választás fogadható el!

b) 650°C -on, 1 atm $p(\text{O}_2)$ oxigénnyomáson mi a platina(IV)-oxid képződésének ΔG és K_p értéke?

A platina(IV)-oxid előállítása során a hexakloro-platinát(IV)-ionokat tartalmazó oldatot nátrium-karbonáttal forraljuk. E folyamat során $\text{PtO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ keletkezik, amiből kiszűrés, majd hevítés után kapjuk a platina(IV)-oxidot. A továbbiakban tételezzük fel, hogy $n = 4$!

A $\text{PtO}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ill. $\text{Pt}(\text{OH})_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ oldódik savakban és erős bázisokban.

c) Írd fel a platina(IV)-oxid fenti előállítását kifejező, rendezett reakcióegyenletet!

d) Írd fel a $\text{PtO}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ sósavban és nátrium-hidroxidban történő oldódását kifejező, rendezett reakcióegyenleteket!

A platina a természetben főleg fémes állapotban található (más nemesfémekkel ötvözve). A királyvíz hexakloro-platinát(IV)-ionok formájában oldja. A királyvíz tömény sósav és salétromsav 3 : 1 arányú elegye. A két sav összeöntésekor nitrozil-klorid (NOCl) és atomos klór keletkezik. Valószínűleg az utóbbi az, amelyik az oldódást kiváltja.

A hexakloro-platinát(IV)-ion csapadékként leválasztható diammonium-hexakloro-platinát(IV) formában. E termék hevítésekor gáz

halmazállapotú termékek mellett platinapor keletkezik.

- e) Írd fel a királyvíz képződését és a platina abban történő oldódását leíró rendezett reakcióegyenleteket!
- f) Írd fel a diammónium-hexaklór-platinát(IV) magas hőmérsékleten történő bomlását leíró rendezett reakcióegyenletet!

A diammónium-hexaklór-platinát(IV)-ből előállíthatjuk a $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ vegyületet, amelynek létezik **cisz** ($\Delta H^\circ_f = -467,4 \text{ kJ/mol}$; $\Delta G^\circ_f = -228,7 \text{ kJ/mol}$) és **transz** ($\Delta H^\circ_f = -480,3 \text{ kJ/mol}$; $\Delta G^\circ_f = -222,8 \text{ kJ/mol}$) formája.

- g) Az izomerek léte alapján arra következtethetünk, hogy a $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$:
 ① lineáris; ② planáris; ③ tetraéderes; ④ oktaéderes geometriájú.
 A válaszlapon jelöld, melyik a helyes az ①-④ lehetőségek közül!
- h) A két izomer közül az ① cisz vagy a ② transz a termodinamikailag stabilabb?

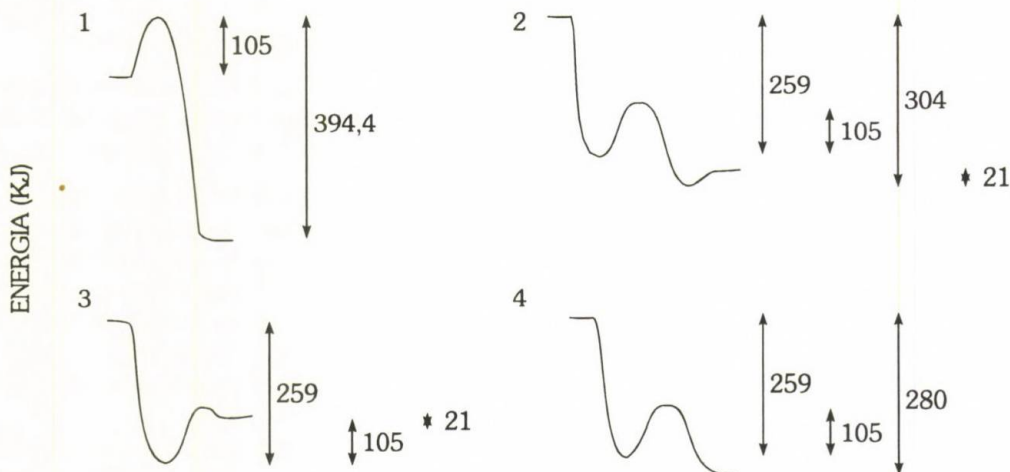
A platinát a korszerű autókban katalizátorként használják. A szén-monoxid ($\Delta H^\circ_f = -110,5 \text{ kJ/mol}$; $\Delta G^\circ_f = -137,3 \text{ kJ/mol}$) és az oxigén a katalizátor felszínén reagál, miközben

szén-dioxid ($\Delta H^\circ_f = -393,5 \text{ kJ/mol}$; $\Delta G^\circ_f = -394,4 \text{ kJ/mol}$) keletkezik.

- i) Végbemegy-e spontán a reakció 25°C -on? ① igen ② nem
 Endoterm ① vagy exoterm ②?
 Számítsd ki a reakció ΔS° értékét, és alapítsd meg, hogy a reakció entrópiája: ① növekszik ② csökken.
- j) Add meg erre az esetre az egyensúlyi állandó hőmérséklet-függését leíró kifejezést!

A katalitikus reakció egyszerű, míg a homogén fázisú reakció mechanizmusa bonyolult, több reakciólépésből áll. Nehezen irányítható, mivel láncreakciók mennek végbe. Platina katalizátor esetén a főbb reakciólépések a következők: (i) a CO adszorpciója és az O_2 adszorpciója/disszociációja ($\Delta H = -259 \text{ kJ/mol CO} + \text{O}$), (ii) aktiválódásuk ($\Delta H = 105 \text{ kJ/mol CO} + \text{O}$) majd a (iii) reakció és a CO_2 deszorpciója ($\Delta H = 21 \text{ kJ/mol CO}_2$).

A szén-monoxid szén-dioxiddá történő, platina katalizálta oxidációjának egydimenziós energia-diagrammja a következők közül valamelyik:



k) A válaszlapon jelöld meg az ①–④ lehetőségek közül a helyeset!

5. feladat

a) Mi az alábbi vegyület helyes, szisztematikus (IUPAC) elnevezése?

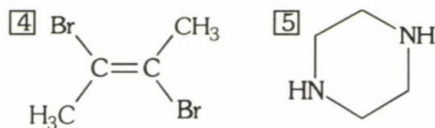
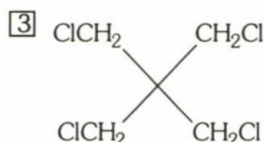
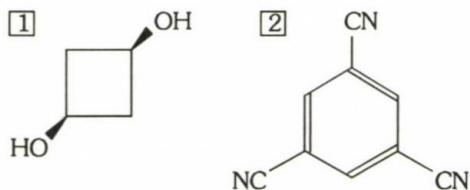


- ① 3-izopropil-hexán
- ② 2-metil-3-propil-pentán
- ③ etil-izopropil-propil-metán
- ④ 3-hexil-propán
- ⑤ 3-etil-2-metil-hexán

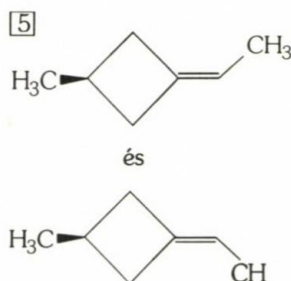
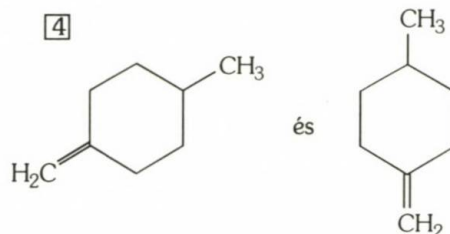
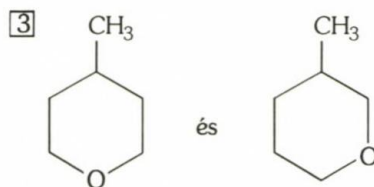
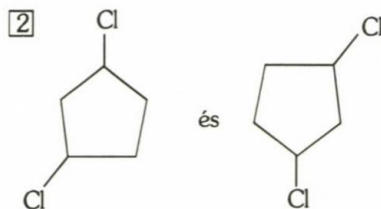
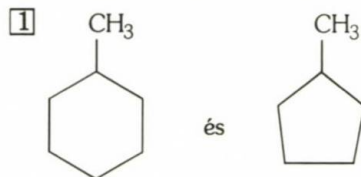
b) A sztereoizomereket is beleértve hány olyan C_5H_{10} összetételű izomer lehetséges, amely csak telített szénatomot tartalmaz?

- ① 4 izomer
- ② 5 izomer
- ③ 6 izomer
- ④ 7 izomer
- ⑤ 8 izomer

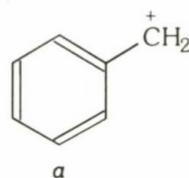
c) A következő vegyületek közül melyiknek különbözik a dipólusmomentuma jelentősen nullától?



d) Az alábbi párok közül melyek struktúrizomerek?

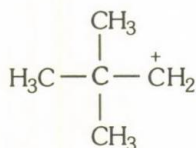
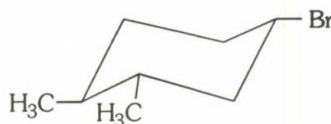


e) A következő kationok stabilitása eltérő. Melyik a relatív stabilitási sorrendjük az alábbi öt lehetőség közül?





b



c

① 1R, 3R, 4R

② 1R, 3R, 4S

③ 1R, 3S, 4R

④ 1S, 3S, 4R

⑤ 1S, 3S, 4S

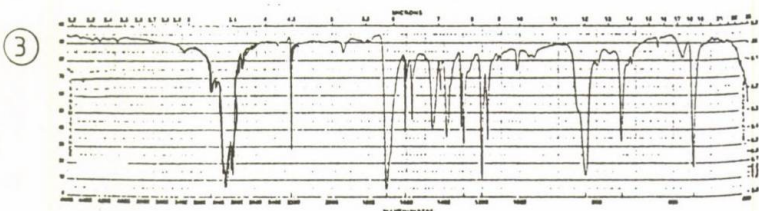
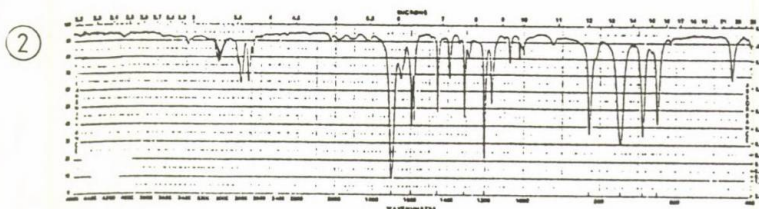
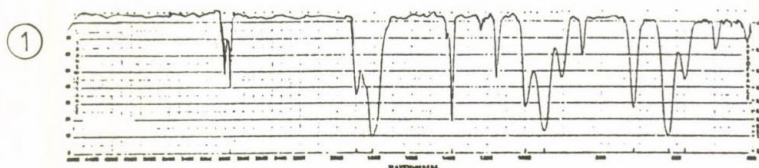
g) Az alább felsorolt vegyületek mindegyike kifelé semleges. Melyik **nem tartalmaz** molekulán belüli pozitív és negatív töltéseket?

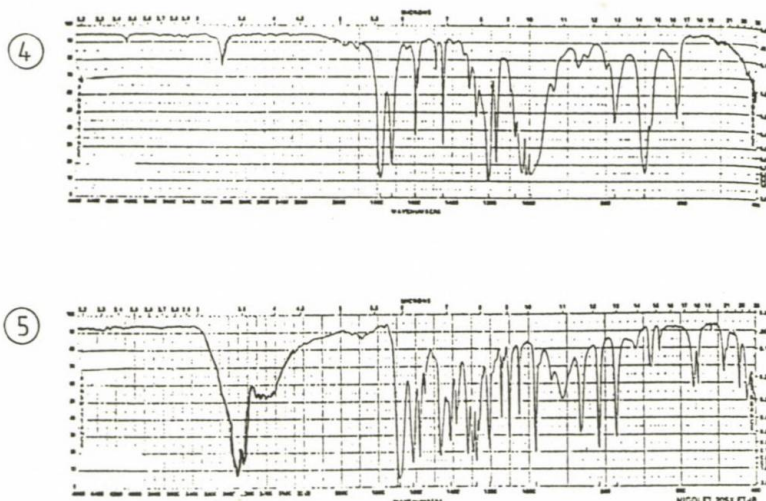
① $a > b > c$ ② $b > c > a$ ③ $c > a > b$ ④ $a > c > b$ ⑤ $b > a > c$

f) Mi a konfigurációja az alábbi optikailag aktív vegyület kiralitáscentrumainak?

① $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{B}(\text{CH}_3)_3$ ② $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{O}-\text{CH}_3$ ③ $\text{CH}_2=\text{N}=\text{N}$ ④ $(\text{CH}_3)_3\text{N}-\text{O}$ ⑤ $\text{F}_3\text{B}-\text{O}(\text{CH}_3)_2$

h) A alábbi IR-spektrumok közül melyik tartozik a benzaldehidhez?





6. feladat

Az optikailag aktív **A** ($C_{12}H_{16}O$) vegyület IR spektrumában többek között van egy erős sáv $3000\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$ -nél és két közepes sáv 1580 és 1500 cm^{-1} -nél. A vegyület nem reagál 2,4-dinitro-fenilhidrazinnal (továbbiakban: 2,4-D). $I_2/NaOH$ kezelés hatására oxidálódik, majd jodoformot ad.

A ozonolízisekor (a. O_3 ; b. Zn, H^+) **B** ($C_9H_{10}O$) és **C** ($C_3H_6O_2$) keletkezik. **B** és **C** 2,4-D hatására egyaránt csapadékot ad. Csak **C** ad pozitív Tollens-próbát (ezüsttűkör-próba). **B** nitrálásakor (HNO_3/H_2SO_4) a két lehetséges **D** és **E** mononitro-termék közül csak az egyik, **D** keletkezik.

Savanyítás, majd melegítés hatására a **C** Tollens-reakciójakor kapott termék **F** ($C_6H_8O_4$) vegyületté alakul. Ennek a vegyületnek már nincs abszorpciója 3100 cm^{-1} -fölött.

- a) A fentiek alapján rajzold fel az **A** – **F** vegyületek szerkezetét és írd fel az említett reakciók sémáját, beleértve a 2,4-D-os reakciókat, a Tollens-reakciót és a jodoform-reakciót is!

- b) Rajzold fel **C** R-konfigurációjú enantiomerjét! Készítsd el ennek a szerkezetnek a Fischer-projekcióját és add meg, hogy ez az L vagy a D vegyület!

7. feladat

- a) Egy ideális, egyatomos gáz reverzibilisen kiterjed V_1 -ről V_2 -re, ahol a környezetnek a rendszeren végzett munkája:

$$W = - \int_{V_1}^{V_2} p dV.$$

Ebben az egyenletben a W a munka és p a gáz nyomása.

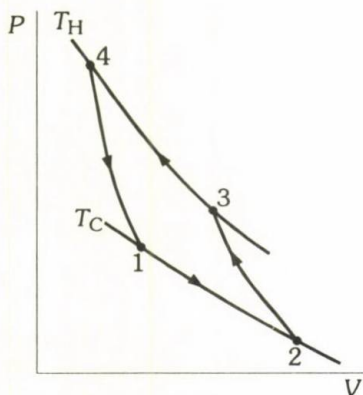
Határozd meg a végzett munkát, amikor 1 mol ideális gáz izoterm módon $V_1 = 1.00\text{ dm}^3$ -ről $V_2 = 20.0\text{ dm}^3$ -re terjed ki $T = 300.0\text{ K}$ -en! Adott a gázállandó: $R = 8,314\text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- b) Határozd meg, mennyi hőt kell közölni a gázzal az a)-ban szereplő folyamat során!
- c) A gáz adiabatikus kiterjedés során kevesebb munkát végez, mint az izoterm folyamatban. Ez azért van, mert az adiabatikus kiterjedés során:

Válaszd ki és jelöld meg azt a négyszöget, amelyikről úgy gondolod, hogy a legfontosabb!

- | | |
|----|-------------------------------------|
| 1. | a gáz térfogata állandó, |
| 2. | a kiterjedés mindig irreverzibilis, |
| 3. | nem vesz fel hőt a gáz. |

d) Az alábbi ábra olyan hűtőrendszer négy-lépéses körfolyamatát mutatja, amelyikben ideális gáz van. T_H és T_C a magasabb, illetve az alacsonyabb hőmérsékletet jelöli. Azonosítsd a folyamat mind-egyik lépését, melyik adiabatikus és melyik izotermikus!

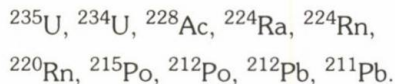


8. feladat

Az Avogadro-féle szám: $6,022 \cdot 10^{23}$.

- a) Egy ^{238}U atom α - és β -sugárzás közben addig bomlik, amíg a stabil ^{206}Pb keletkezik.
- i) Hány α -bomlás és hány β -bomlás történik, amíg a ^{238}U stabil maggá alakul?

ii) A ^{238}U bomlási sorában az alábbi tíz mag közül az egyik keletkezik. Melyik az?



b) Termikus neutron-indukált maghasadás során a ^{235}U egy neutronnal reagálva nagyenergiájú fragmensekre és (rendszerint) 2-3 új neutronra esik szét. Tekintsünk egy egyszerű maghasadást:



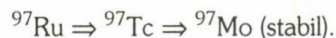
Add meg X fragmenst!

c) A ^{238}U felezési ideje $4,5 \cdot 10^9$ év, a ^{235}U -é $7,0 \cdot 10^8$ év. A természetes urán összetétele: 99,28% ^{238}U és 0,72% ^{235}U .

i) Számítsd ki a természetes uránban levő kétféle izotóp bomlási sebességének arányát!

ii) Egy ásvány 50 tömeg% uránt tartalmaz. Számítsd ki a ^{238}U bomlási sebességét 1,0 kg ilyen ásványban!

d) Tekintsük a következő radioaktív átalakulást:



Felezési idők: ^{97}Ru : 2,7 nap; ^{97}Tc : $2,6 \cdot 10^6$ év.

A $t = 0$ időpontban a radioaktív forrás nem tartalmaz mást, csak ^{97}Ru izotópot, s ekkor a bomlás sebessége $1,0 \cdot 10^9$ Bq.

- i) Mi a sugárforrás bruttó bomlási sebessége a $t = 6,0$ nap időpontban?
- ii) Mi a sugárforrás bruttó bomlási sebessége a $t = 6000$ év időpontban?

Dr. Várnai György

Kémia: A kulcs a jövőhöz

A 13. Nemzetközi Kémiaoktatási Konferencia (San Juan, 1994. aug. 7-12.) jelmondata volt a címbeli idézet. E konferencián 58 ország 557 szakmai résztvevői között jelen volt Magyarország is. Jó volt magyarnak lenni a Karib-tenger szigetén, a Puerto Rico-i Interamerikai Egyetemen, ahol lobogott a magyar zászló és a vendégeket üdvözlő feliratok között a negyedik „Szívesen látott” felirattal köszöntött bennünket.

Az elhangzott 157 előadás egyrészt a kémiai kutatások eredményeiről adott ismertetést, másrészt az oktatás tantervi rendszerének és a szemléltetés eszközeinek bemutatásával nyújtott át gondolkodásra serkentő ötleteket.

A poszter szekcióban 192 összeállítás volt, amely mind az oktatás módszereivel, eszközeivel és a tanulást segítő rendezvényekkel foglalkozott.

A mi bemutatkozásunk a Magyar Kémikusok Egyesületének szervezésében működő három programra épült:

- a Középiskolai Kémia Lapok
- az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny
- a Sárospataki Diákvegyész Napok.

Folyóiratunk már az első napon helyet kapott Peter Tows angol prof. (Univ. Leeds) előadásában, aki a kémia oktatásához tartozó folyóiratok bemutatásával, azok nemzetközi összehasonlításával foglalkozott. Oly gyakran hivatkozott lapunkra, hogy az előadást követő konzultáció szinte csak a KÖKÉL-re vonatkozott. Készült egy angol nyelvű, összefoglaló-bemutató szám, amelyet az előadás után az érdeklődők megkaptak.

Részt vettünk a poszter programban is, egy képekkel, térképekkel látványosított tablóval, amelyen részletesebben bemutattuk a fent már említett három programot. Itt is osztottunk angol nyelvű KÖKÉL-t.

Készült egy új kerek Irinyi-érem is, az Irinyi-domborkép körül helyezkedik el a verseny elnevezése. A hátlap polírozott, alkalmi felirat ad lehetőséget. A konferenciára vittünk 10

darabot HUNGARY-1994-PUERTO RICO felirattal. Ez a plakett is része volt a poszterünknek. (Az 1994/95. évi Irinyi-verseny döntőjén már ezt az emlékérmeket kapják a legjobb versenyzők.) A San Juan-i Egyetem könyvtárának kérésére egy érmet ajándékoztunk az egyetem kiállítási gyűjteményéhez. A konferencia utolsó napján már az egyetemi könyvtárban látható volt az Irinyi-érem, mellette angol nyelvű magyarázó szöveg.

1994. augusztus 10-től a világtérképen alig látható kicsi Magyarországgal is találkozhatnak az USA tagállamként működő Puerto Ricóban, a San Juan-i Egyetem könyvtárába látogatók. Ez a 9 cm-es érmet jelt ad az emberiségnek, hogy létezőnk és része vagyunk a tudomány világának.

A Sárospataki Diákvegyész Napok 1994. évi előadásait angol nyelvű fordításban olvashatták az érdeklődők. A poszter zárásakor e fordításokat is elkérték a látogatók.

Egy világtalálkozón voltunk jelen, sikerrel. Olyan programokat mutattunk meg a világ kémiaitanárainak, amelyeket nem törvény, rendelet vagy utasítás alapján valósítottunk meg, hanem önkéntes szerveződésben. A Magyar Kémikusok Egyesületének kémiaitanárai találták ki, szervezték meg és 10-21-26 éve tervezik, formálják nagy lelkesedéssel. Azt a sok elismerést, amelyet Oslo, Helsinki, London, Ciprus, New York, Tokió, Peking, Sidney stb. kémiaitanárai adtak át, azt most tovább adom mindazoknak, akik kitaróan, szeretettel, anyagi érdek nélkül megalkották és fenntartják ezeket a programokat.

Hoztam az elismerést annak a sok száz kémiaitanárnak, akik fáradságot nem kímélve oktatják, lelkesítik a fiatalokat a középiskolában éppúgy, mint az egyetemeken, és hoztam annak a sok-sok ezer diáknak, akik szívesen vállalták a kémia tudományának jobb megismerését.



Dr. Rózsahegyi Márta - dr. Wajand Judit

A videokazetták sok mindent elbírnak...

Bírlni nem hálás, nem népszerű feladat. Ezért sokat töprengtünk azon, hogy felhívjuk-e a kollégák figyelmét a japán eredetű, Televideo forgalmazta kémiai tárgyú videokazetták magyar adaptálásakor elkövetett hibákra, pontatlanságokra. Aki nem ért velünk egyet abban, hogy szóvá tesszük a hibákat, az gondoljon arra a groteszk történetre, hogy a közelmúltban a hatalomcsinálta vegyész akadémikusnő a maga nyelvén „cokettőnek” olvasta fel a szén-dioxidot a számára gondosan megírt tudományos dolgozat előadásakor, és a szakemberek nem szólhattak, nem is mosolyoghattak.

Ezeket a kazettákat is érdeklődéssel és várakozással kezdtük nézni, arra gondolva, milyen jó, hogy ezentúl a tanár nemcsak a párhuzamos tankönyvekből válogathat, de a videoszalagra rögzített kísérletekből is. Úgy tudjuk, ez már a forgalomba került harmadik sorozat kémiából.

A kissé sűrű tónusúra sikerült felvételeken sok érdekes kísérletet mutatnak be a japán közreműködők. Komoly problémák vannak viszont a fordítással, illetve az adaptálással. A három kazettaborítón felsorolt címekben 26 kémiai helyesírási hiba fordul elő, a feliratokban pedig jóval több, mint félszáz. Valamennyi felsorolására nincsen hely, ezért csak néhány példa:

etilalkohol (etil-alkohol),
kálciumhidroxid (kalcium-hidroxid),
hidrogénperoxid oldat (hidrogén-peroxid-oldat),
aluminumpor (alumínumpor),
réz(II)szulfát (réz(II)-szulfát),
hidroxilion (hidroxidion).

Nagyon zavaró az is, hogy a fordító hol a 25 évvel ezelőtti, hol a jelenleg érvényes helyesírást használja. Így a szén-dioxidot jó né-

hányszor így, azaz helyesen írják, de legalább ennyiszor szerepel a széndioxid felirat is.

Nemcsak a helyesírással van baj, hanem súlyos szakmai hibák is elhangzanak a kísérő szövegben. Így például:

- „Az alkohol többféle eltérő tulajdonságú alkotórészből áll.”
- „A vas-oxid nem reagál a sósavval.”
- „Ezen feltételek mellett az elektrolízis bekövetkezik, a permanganátionok megjelennek az anódon. A permanganát színe jelzi az elektrolízis bekövetkeztét.”
- „A réz kismértékben oldódik a sósavban.”

Zavaró tévedés az is, hogy az ammónium-klorid és a bárium-hidroxid reakciójának bemutatásakor az ammónium-klorid felirat helyett ammónium-hidroxid jelenik meg a képen.

A fordító valószínűleg nem tudta, hogy jó néhány éve az SI mértékegységek használata kötelező, amelyben a cm^3 és a nanométer az elfogadott egységek a ml és az Å helyett. Régi könyvekben olvashatjuk az „elektroda”, a „bikarbonát” kifejezéseket, de a mai könyvekben az elektród illetve a hidrogén-karbonát a megfelelő szóhasználat. Az oxigént nem füstölő, hanem parázsló gyújtópálcával mutatjuk ki.

Az olvasó megállapíthatja, hogy nem szórólhasogatásból vagy más téma híján írtuk le elmarasztaló észrevételeinket, hanem azért, mert szinte naponta találkozunk hasonló jelenséggel: a nyomtatott és egyéb információhordozók gyakorlatilag szabad és kontroll nélküli előállítása és terjesztése azt eredményezi, hogy nem kellő lelkiismeretességgel – vagy hozzáértéssel – készült anyagok is eljuthatnak a diákokhoz. Iskoláink szakmai hibáktól mentes tananyagot igényelnek, bármi legyen is az információkövetítés eszköze. A helyesírási szabályok megtartása minden tanárra – a kémiatanárra is – kötelező!

Dr. Deák Gyula



Mi a vegyészmérnökség ma?

(Elhangzott a mezőúri Kémia tanári Konferencián)

A IV. Vegyészmérnök Világkongresszust néhány évvel ezelőtt rendezték meg Karlsruhéban. Az óriási érdeklődéssel kísért eseményen csak néhány magyar előadás hangzott el, pedig a kutatásokkal foglalkozó vegyészmérnökök száma tekintélyes Magyarországon. Ez a tény is mutatja, hogy a hazai mérnökség teljesítménye az elmúlt évtizedekben jelentősen romlott. Ennek nyilvánvalóan számos oka lehetett, de feltehetően az oktatás szerepe sem elhanyagolható.

A Veszprémi Egyetemen már a nyolcvanas évek végén tudatosodott, hogy a korábbi képzésen változtatni kell, ezért átfogó vizsgálatot indítottunk annak megállapítására, hogy mi ma a korszerű vegyészmérnökség, mit és hogyan kell tanítani a vegyészmérnök hallgatóinknak ahhoz, hogy felkészültségük megfeleljen a ma elvárható követelményeknek.

Munkánkat kiterjedt információgyűjtéssel kezdtük. Összesen 84 különböző vegyészmérnök szak adatait szereztük meg, négy szakmai testületnek (vegyészmérnöki kamarának) a vegyészmérnök-képzéssel kapcsolatos irányelveit tanulmányoztuk át, és igyekeztünk minél több tekintélyes ipari szakember tapasztalataival is megismerkedni.

Az információkat sokoldalúan feldolgoztuk, és ezek alapján meghatároztuk, hogy kik is a vegyészmérnökök, majd azt is definiáltuk, hogy mi a vegyészmérnökség, azaz mi az a törzsanyag, amivel egy mai vegyészmérnök hallgatónak mindenképpen meg kell ismerkednie. Mindezt felhasználva módosítottuk a veszprémi vegyészmérnök-képzést, és a módosított tanterv bevezetésével egyidejűleg egy minőségbiztosítási rendszer kialakítását is megkezdtük.

A vegyészmérnökök definíciója elég általánosan elfogadott: az anyagok összetételének, energiatartalmának vagy állapotának megváltoztatásával járó eljárásokkal, valamint az

ezekhez szükséges berendezésekkel, továbbá a termékekkel és különösen azok felhasználásával is foglalkozó szakemberek (1).

A vegyészmérnök-képzés tartalmi és módszertani vonatkozásait már nehezebb áttekinteni. Jelen tanulmányunkban három különböző egyetem vegyészmérnök-képzésének jellegzetességeit, valamint a brit Vegyészmérnöki Kamara (Institution of Chemical Engineers) erre vonatkozó irányelveit ismertetjük. A zürichi Eidgenössische Technische Hochschule-ban a szervezet követi a régi német hagyományokat (2). Körülbelül 100 oktatási egységük van, amelyekből 10 tevékenykedik a magyar vegyészmérnökséggel lefedett területeken. A kurzusok általában négy évig tartanak.

A vegyészmérnöki diplomát a kémia fakultáson lehet megszerezni. Az első év tantárgyai közösek a vegyészekkel, a második évben a képzés szétválik. A vegyészmérnök-képzés az ipari eljárások kifejlesztéséhez, működtetéséhez szükséges ismereteket biztosítja. A négyéves oktatás során általában heti 40-50 órájuk van a hallgatóknak, és a tárgyak túlnyomó többsége kötelező.

A Berlini Műegyetem (TUB) 30000 hallgatójával és 3000 oktatójával a legnagyobb egyetem volt, amelyet tanulmányoztunk (3). Vegyész, vegyészmérnöki, folyamatmérnöki, anyagmérnöki és környezetmérnöki kurzusok foglalják magukba azokat a tudományterületeket, amelyekkel Veszprémben is találkoznak a hallgatók. Míg a német nyelvű egyetemeket a kötelező tárgyak túlsúlyával lehet jellemezni, a francia Université de Technologie de Compiègne a választási lehetőségek széles skáláját ajánlja (4). A mérnökségen belül magának a szaknak a kiválasztása csak az alaptudományokkal eltöltött két év után történik. Az öt éves képzésből körülbelül másfél évet ipari üzemekben töltenek a hallgatók.

Az oktatás modulrendszerű, a legtöbb modult mindegyik félévben meghirdetik. Csoportosításuk az alábbi:

- kifejező- és kommunikációs készség,
- általános kultúra,
- természettudományok és tudományos nyelvek,
- technikák és módszerek.

A mérnöki diploma odaítéléséhez szükséges további követelmények:

- szakmai gyakorlat teljesítése,
- tervezési feladat sikeres elvégzése,
- idegen nyelven való kellő jártasság.

A mérnökség minden szakán legalább egy minimális számú modult kell választani a szak számára ajánlott modulokból, de a szabadon választható tárgyakat más szakok moduljaiból is lehet választani.

A tervezési feladat elvégzése ipari környezetben történik egy egyetemi és egy ipari témavezető kettős irányításával.

A brit egyetemek vegyészmérnök szakjai első pillantásra nagyon sokfélék voltak. Közelebbi vizsgálat után már igen sok hasonlóságot mutattak, feltehetően azért, mert az intézmények igyekeztek kielégíteni a brit Institution of Chemical Engineers előírásait (1). E szerint: „a szak oktatásának

- megbízható elméleti alapokon kell nyugodnia a tudományos alapelvek és a mérnökség alapjainak hangsúlyozásával,
- magába kell foglalnia alkalmazásorientált ill. esettanulmányokat,
- ki kell fejlesztenie a biztonságos tervezés és működtetés, valamint a szociális és környezeti felelősség iránti érzékenységet,
- tartalmaznia kell szakmai-gyakorlati munkát, mint a képzés integráns részét,
- magába kell foglalnia példamegoldást és tervezési munkát, amely megmutatja, hogy hogyan lehet integrálni az elméleti ismereteket,
- gyakorlatot kell tartalmaznia hatékony szóbeli és írásbeli kommunikációs készség kifejlesztésére,
- tudatosítania kell a más, tiszta és alkalmazott tudományok gyakorlóival való együttműködés szükségességét, és egyéb értelmiségiek, munkások iparban és kereskedelemben betöltött szerepének megbecsülését.

A szaknak a szükséges mértékben magába kell foglalnia a matematikát, a kémiát és egyéb természettudományokat. A tanulmányok alapvető matematikai és természettudományos törzsanyagát alkalmazásorientáltan kell tanítani. A kurzus magját az alábbi képesítő technológiák jelentik:

- rendszertervezés és szabályozás,
- életképességvizsgálat, ideértve a jogi kereteket, a gazdaságosságot, a működtethetőséget, a megbízhatóságot és a kockázatelemzést,
- termodinamika,
- transzfer és elválasztási eljárások,
- anyagok és szerkezeti anyagok,
- információtechnológia,
- üzem- és berendezéstervezés, ideértve a biztonsági, a kockázati és a karbantartási megfontolásokat is,
- vezetési ismeretek, ideértve a marketinget, a költségbecslést és a vezetési gazdaságtant.

Minden kurzusnak tartalmaznia kell megfelelő blokkokat a mérnöki alkalmazás és tervezés területéről. A tervezési feladatnak az akkreditált képzés lényeges részének kell lennie, amely a vegyészmérnökség integrált rendszer-szemléletű megközelítését fejleszti ki.”

A vegyészmérnökségről összegyűjtött adatok elemzése alapján megállapíthattuk, hogy a veszprémi vegyészmérnöki szak

- átmenet a szokásos vegyész és vegyészmérnöki szakok között,
- tematikájában megközelíti, megközelítési módjában azonban elmarad a korszerű képzéstől,
- túlságosan elméletorientált,
- hiányzik a valós kapcsolata az ipari gyakorlattal,
- túlhangsúlyozza a természettudományos alapokat,
- a hallgatók kommunikációs készsége gyenge.

Az adatgyűjtést és -elemzést végző csoport a következő változtatásokat javasolta:

- a brit Institution of Chemical Engineers irányelveit kellene követni Veszprémben is,
- a vegyészmérnöki oktatást el kellene különíteni vegyész és vegyészmérnöki képzésre,

- szorgalmazni kellene az alkalmazásorientált oktatást,
- a képező technológiákat szisztematikus módon kellene tanítani,
- nagyobb szerepet kellene kapniuk a feladatmegoldásoknak,
- csökkenteni kellene a lexikális túlterhelést,
- a képzést diplomaterv elkészítésével kellene befejezni,
- a változtatások bevezetésével egyidejűleg egy minőségbiztosítási rendszert is ki kellene építeni,
- meg kellene kísérelni a brit akkreditációt.

Az egyetem vezetői a javaslatok nagy részét elfogadták. A változtatások koordinálására létrehozta egy akkreditációs bizottságot. A vegyészmérnök szakhoz kapcsolódó minden tanszék megtehetette saját javaslatait. Így 11 szakirány indítása merült fel és a körvonalazódó tanterv Magyarországon szokatlanul nagy választási lehetőségeket biztosított a hallgatóknak.

Az akkreditációs bizottság a szakirányokat három szakiránycsoportba sorolta (mérnöki, természettudományos és menedzseri). Az új tantervet az 1991/92-es tanévben bevezették. Egyidejűleg megindítottuk az akkreditációs eljárást a brit Institution of Chemical Engineers-nél. Az ottani akkreditációs bizottság igen ala-

pos vizsgálat után a négy mérnöki szakirányunkról azt állapította meg, hogy azok kielégítik az IChemE követelményeit és azokat akkreditálta. Ennek ismeretében mérnöki kari tanácsunk úgy döntött, hogy minden veszprémi vegyészmérnök hallgatónak választania kell egy akkreditált szakirányt, ezenkívül a választható tárgyak terhére fel kell vennie egy másik, nem akkreditált szakirányt is.

Ezen kompromisszumnak megfelelően a tantervet kissé továbbmódosítva elértük, hogy 1996-tól kezdődően az IChemE által elismert M. Eng. diplomát kaphat minden Veszprém-ben végzett vegyészmérnök. A képzés színvonalának megőrzését a tanterv felmenő bevezetésével egyidejűleg kialakított minőségbiztosítási rendszer garantálja, melyhez sztenderdként továbbra is a folyamatosan felújításra kerülő IChemE irányelveket használjuk és öt évenként magát a brit akkreditációt is meg kell újítanunk.

Irodalom

- [1] First Degree Courses, The Institution of Chemical Engineers, Rugby, 1989.
- [2] ETH Semesterprogramm, Zürich, 1989.
- [3] Technische Universität Berlin, 1989.
- [4] Guide de l'étudiant, Catalogue des UV, Université de Technologie de Compiègne, 1989.

Dr. Velkey László

V. Sárospataki Diákvegyész Napok

1994. április 15-én és 16-án rendezték meg az V. Sárospataki Diákvegyész Napokat. Az előadások április 15-én, pénteken az Árpád Vezér Gimnáziumban, április 16-án, szombaton pedig a Sárospataki Református Kollégium Gimnáziumában hangzottak el. 33 előadást hallhattunk 3 szekcióban pénteken és két szekcióban 10 előadást értékelte a zsűri szombaton.

Az immár hagyományos – két évenként megrendezésre kerülő – Sárospataki Diákve-

gyész Napok célja a jelenleginél nagyobb mértékben a kémia és a vegyipar felé fordítani az ifjúság figyelmét, s egyben emelni a középiskolai tudományos diákköri munka színvonalát, lehetőséget nyújtani a tehetséges tanulók számára képességeik kibontakoztatására. A rendezvény találkozási alkalmat, bemutatkozási lehetőséget teremt a kémiát szerető, kísérletező hajlammal rendelkező középiskolásoknak. A konferencia alkalmat kínál arra, hogy az előadók bemutassák a kémia számos kutatási

területét, a kémia szerepét környezetünk szennyezésében és a környezetvédelemben. Mindezekén túl a diákvegyész napok célja, hogy a tanulók búvárkodjanak önállóan – természetesen tanáraik irányításával – a maguk választotta területen, témában, s a középiskolai tananyagot meghaladó ismereteket szerezzenek tevékenységük során. Ez a munka lehet kémia történeti forrásmunkák felkutatása, összegzése, végezhetnek megfigyeléseket környezetükben, vagy megtervezhetnek és elvégezhetnek laboratóriumi kísérleteket. Nem cél – középiskolás szinten –, hogy az előadások eredeti kutatási eredményeket tartalmazzanak. Cél viszont, hogy a diákok ismerjék meg a kémiai szakirodalom választott témájukhoz kapcsolódó részét, és a tanév alatt végzett több hónapos munkájukról készítsenek el és tartsanak meg egy 10 perces szóbeli előadást. Ezáltal fejlődik kémiai – természettudományos – gondolkodásmódjuk, jártasságuk az irodalmi feldolgozás terén, a laboratóriumi munkában és szóbeli kifejezőkészségük, előadói stílusuk.

Az elhangzott beszámolókat egyetemi tanárokból, vegyipari szakemberekből és középiskolai tanárokból álló zsűri értékelte. A zsűri abszolút rangsort nem állapított meg – ez konferenciákra nem szokás, és a diákvegyész napok nem tanulmányi verseny –, de a legkiemelkedőbb teljesítményt nyújtó tanulókat jutalomban részesítette.

Nem titkolt szándéka a szervezőknek, hogy a középiskolások számára „nagy”, felnőtt tudományos konferenciakéhoz hasonló légkört teremtsen, ahol a 10 perces előadást 5 perc vita, azaz megbeszélés követi. Ekkor a diák-előadók, a zsűriben helyet foglaló szakemberek és természetesen a hallgatóság „egyenrangú” partnereként beszélgetnek a hallottakról. A kérdésekre válaszolva a tanulóknak meg kell magyarázni az előadásban elhangzott állításait, adataikat, saját tapasztalataikat, meg kell védeni álláspontjukat.

Az idei diákvegyész napok fővédnöke dr. Náray-Szabó Gábor akadémikus, a Magyar Kémikusok Egyesületének elnöke volt. A rendezvény fölött védnökséget vállalt dr. János-deák Gábor, Sárospatak polgármestere és dr. Mészáros István, a Tiszáninneni Református Egyházkerület püspöke.

A sárospataki tanulókon kívül 17 iskolából 63 tanuló vett részt a kétnapos rendezvényen.

Előadást tartottak a Kassai Magyar Tanítási Nyelvű Gimnázium tanulói, mint iskolánk testvériskolájának képviselői. Vendégeink voltak a Felvidékről, Királyhelmeccről és Nagykaposról testvériskoláinkból, a magyar gimnáziumokból diákok és tanárok. Nagy örömünkre szolgált, hogy kárpátaljai testvériskolánkból, a munkács II. Rákóczi Ferenc Gimnáziumból is jöttek tanulók Sárospatakra, és hogy Temesvárról a Bartók Béla Elméleti Líceum tanulóit és tanárait is köszönthettük, sőt kitűnő előadást is tartottak. A diákvegyész napokra érkezett és utána egy hétig vendégünk volt német testvériskolánk, a müncheni Klenze Gimnázium 17 tanulója és két tanára. A megyéből Miskolcra, Kazincbarcikára, Tiszaújvárosból és az ország több városából Debrecenből, Pécsről, Gödöllőről és Budapestről is fogadtunk előadást tartó tanulókat.

A zsűri munkájában 25 neves szakember vett részt: a miskolci, a debreceni, a szegedi és a budapesti egyetemek kémia tanszékeinek professzorai, a Tiszai Vegyi Kombinát Rt., valamint a Borsodchem vegyész mérnökei. Rajtuk kívül középiskolai tanárok és a kémikus egyesület képviselői értékelték az előadásokat.

Több plenáris (felnőtt) előadás is elhangzott: dr. Beck Mihály akadémikus (KLTE) az ünnepélyes megnyitón „Tudomány-áltudomány” címmel tartott nagyon érdekes előadást. Dr. Várnai György, a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémia tanári Szakosztályának elnöke aktuális kérdésekről – a tanulmányi versenyekről, a Nemzeti Alaptanterv kémiai vonatkozásairól – tájékoztatta a jelenlevőket. Dr. Paksy László kandidátus, a Magyar Kémikusok Egyesülete Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Szervezetének elnöke zárta a rendezvényt – elmondta, hogy az országossá vált nemzetközi részvételű Sárospataki Diákvegyész Napok a tanulók számára nagyon hasznos szakmai fórum és egyben felejthetetlen emlék. A zsűri díjait dr. Sohár Pál, a Magyar Kémikusok Egyesülete alelnöke és dr. Körös Endre akadémikus (mindketten az ELTE tanszékvezető professzorai) adták át.

A diákvegyész napokon elhangzott előadások teljes szövegét az MKE megjelenteti a Középiskolai Kémiai Lapokban folytatásban, és az összefoglalókból összeállított posztert kiállítja a kémiaoktatási világkonferencián Puerto Ricóban.

KÖNYVISMERTETÉS

Berkes Lajos

Kémia 15 éveseknek

Hat éve tartó kísérletezés eredménye ez a tankönyv. A kísérlet célja egy olyan tanterv, amely lehetőséget teremt arra, hogy a gimnáziumi oktatásban a kémia mint elvont tudomány átadja (visszaadja) a helyét egy izgalmas, a megfigyelés, a kísérletezés, a felfedezés élményét ígérő *tantárgynak*.

A tankönyv elsősorban a négyosztályos gimnáziumok első osztálya számára készült. „Átlagos” tanulócsoporthoz számára, amelyekben nem matematikai tehetségük, természet-tudományok iránti fokozott érdeklődésük vagy érettségük alapján kiválogatott tanulók ülnek. Ennek a tankönyvnek a kipróbálói nem kémia tagozatos tanulók, nem is gyakorló iskolai osztályok, hanem kisvárosi gimnazisták voltak.

Az ilyen osztályokban sok az olyan tanuló, akinek tizennégy-tizenöt évesen még problémát okoz elvont fogalmakkal operálni. Ezért a tankönyv egyik fő célja a fogalomtorlódások és a deduktív fogalomalkotás kiküszöbölése első osztályban.

Az általános kémiai fogalmak kialakítása csak megfelelő anyagismeret birtokában lehetséges. Am a különböző általános iskolákból érkező tanulók anyagismerete – enyhén szólva – sokféle szinten mozog, nem tekinthető biztos alapozásnak. A tankönyv szerzője ezért szakít a kémiai ismeretek birtokbavételének hagyományos – a tudomány logikájának megfelelő és az egyetemeken alkalmazott – útjával (általános kémia – szervetlen kémia – szerves kémia), és egy régebbi hagyománynak megfelelően a nemfémek kémiáját tárgyalja az első osztályban. Ezzel párhuzamosan történik az általános kémiai ismeretek fokozatos kiépítése. Példa erre a másodrendű kötések feldolgozása. A hidrogén-klorid című fejezetben ismerkednek meg a tanulók a dipólus-dipólus köl-

csönhatással, a bróm és a jód fizikai tulajdonságai kapcsán a van der Waals-kötés további típusaival, míg a hidrogénkötéssel a víz tárgyalásakor. A régebbi tankönyvekben¹ mindez egyetlen fejezetben belül történik.

A tankönyv másik fő célja a tantárgy kísérletes jellegének visszaadása. Egy tankönyv, természetesen, nem tud kísérleteket bemutatni, végrehajtatni. De a tananyag zsúfoltságának enyhítésével, az elsajátítandó ismeretek mennyiségének csökkentésével és jobb megválasztásával megteremtheti hozzá az alkalmat. A kémiatanárok kísérletező és kísérleteztető kedvének gátja eddig sem az eszközhiány vagy a tanárok túlterheltsége volt, hanem legfőképpen a tanórákból ráfordítható idő hiánya. A nemfémek és vegyületeik tárgyalása szinte minden órán kínálja a kis veszélyességű tanulókísérletek lehetőségét: az oldatkészítéstől kezdve a jód fizikai tulajdonságain és a halogének egymás ionjaival való reakcióján át a reakciókinetikai modellkísérletekig.

A tankönyv fejezetei hat fő témakörre bomlanak. **Az oldatok** témaköre mindjárt a tanév elején jó lehetőséget nyújt a kísérleteztetésre, bizonyos fogalmak (pl. exoterm és endoterm folyamatok, egyensúly) felidézésére és a számítási feladatok egy-két típusával való ismerkedésre.

Az atom felépítése című témakörben az ionok keletkezéséig jutunk el, de ezzel nem fejeződik be az atomszerkezeti ismeretek tárgyalása, hiszen a Hund-szabályt csak az oxigénatom kapcsán vezeti be a könyv, az ato-

¹Dr. Boksay Zoltán - Dr. Török Ferenc - Pintér Imréné
- Dr. Balázs Lórántné: Kémia I. osztály
Hobinka Ildikó: Kémia I. osztály

mok és ionok méretéről pedig csak későbbi évfolyamon esik szó.

A hidrogén és a halogénelemek témájával megkezdődik a nemfémek és vegyületeik feldolgozása. A hidrogénnel kapcsolatban megismerkedünk a kovalens kötéssel, majd Avogadro törvényével. A molekulaszervezeti és halmazszerkezeti ismeretek kiépítése folytatódik „**Az oxigén és a kén**” majd „**A nitrogén és a foszfor**” című témakörben, egészen „A szén” című fejezetben tárgyalt gyémánt- és grafitrácsig. Eközben a víz ürügyén továbbfejlesztjük a sav-bázis reakciókkal kapcsolatos ismereteket, a hidrogén-peroxid tárgyalása során pedig megismerkedünk a katalizátor fogalmával. **A szén és vegyületei** témakört döntően a termokémia és a reakciókinetika uralja.

A nemfémek kémiai elemek kémiai elemek első osztályban történő feldolgozása lehetővé teszi, hogy második osztályban a szerves kémia a már meglévő szerves kémiai tudásra épüljön. Ugyanakkor szükségessé teszi az általános kémiai ismeretek egy részének későbbi évfolyamokra való átcsoportosítását.

lyamokra való átcsoportosítását. Így az első osztályban nem kerül sor pl. a fémek és ionrácsos kristályokkal, vagy a redoxi reakciókkal kapcsolatos ismeretek bővítésére.

Kiegészítő, tájékoztató jelleggel kapott helyet könyvben „Az atomelmélet története” és „A nemesgázok” című fejezet, a kvantumszámokról vagy a fullerénekről szóló rövid ismertetés és sok a kémia és a fizika, a biológia, a technika kapcsolatát megvilágító ismeret.

A tankönyvben az SI által előírt jelölések és mértékegységek fordulnak elő, ettől csak ott tért el a szerző, ahol az SI mértékegység vagy jelölés a középiskolások ismeretszintjén feleslegesen bonyolult. (Például a reakcióhő és a képződéshő jelölése nem $\Delta_r H$, illetve $\Delta_f H^\circ$ jellel történik.) Másrészt a tankönyv jelrendszérével is egyfajta folyamatosságot próbál képviselni az általános iskolai tankönyvekhez képest, megkönnyítendő ezzel az iskolát váltó tanulók helyzetét.

A „Kémia tizenöt éveseknek” egy új tankönyvsorozat első darabja, amely a 95-96-os tankönyvjegyzéken szerepel.

Dr. Halblender Anna

Jól felkészültem-e?

Gyakorló kémiai feladatok általános iskolásoknak

Bár a tankönyvpiacon a 13-14 éves korosztály számára számos gyakorló és tudásszintmérő kémiai feladatgyűjtemény létezik, ez a kiadvány mégis rendkívül hasznos segítő eszköze lehet a kémiatanároknak és a kémiát szerető tanulóknak egyaránt. A feladatgyűjtemény elsősorban sokszínűségével tűnik ki, a feladatok típusát és mennyiségét tekintve igen gazdag. Sok jó, rendszerező, összehasonlító, táblázatos feladatot, anyagismereti kérdést tartalmaz, ugyanakkor erénye, hogy a kémiai számítási feladatokat nem külön fejezetekben, hanem a témakörhöz kapcsolva tárgyalja.

A feladatok sorrendje követi a tananyag-elrendezés logikáját, és érvényesíti a fokozatosság elvét. A megoldásokhoz segítséget is

ad, irányítja a gondolkodást, fejleszti a rendszerező készséget, de a kémiai nyelvezet elsajátítását is szolgálja a lexikai tudást igénylő feladatokkal. Mivel a kiadvány tartalmazza a feladatok, köztük a kémiai számítások részletes megoldását, kiválóan alkalmas arra, hogy hatékony szerepet töltsön be az önálló tanulásban is.

Nagyszerűen használható az iskolai oktatáson belül elmélyítésre, gyakorlásra, ellenőrzésre, illetve a gimnáziumi tanulmányokra vagy a kémia versenyekre való felkészítésre is.

Igen jól alkalmazható a hagyományos 8-osztályos általános iskolában, de haszonnal forgathatják a 6+6 és 4+8 osztályos gimnáziumokban is.



Összeállította: Kósó Katalin és Péntek Lászlóné

Az 1. forduló feladatainak megoldása

1. Nagyítsd fel a táblázatot (írólap méretűre) és töltsd ki az üresen hagyott helyeket! Legalább 4-4 tulajdonságot és 2-2 felhasználási területet írf!

Köznapi név	Kémiai név	Képlet	Tulajdonságok	Felhasználás
kősó	nátrium-klorid	NaCl	Szilárd, kristályos, színtelen, vízben jól oldódik.	Ételízesítés, fiziológiai sóoldat, Cl_2 és NaOH előállítása.
szárazjég	szén-dioxid	CO_2	Színtelen, szagtalan gáz, könnyen cseppfolyósítható, -78°C -on szublimál.	Hűtés, szódavíz, üdítőital-gyártás, szódagyártás, tűzoltás.
szalmiáksó	ammónium-klorid	NH_4Cl	Szilárd, kristályos, színtelen, bomlékony, ammónia szagú.	Szárazelemekben elektrolitként, forrasztáskor a fémek tisztítására.

2. Sok iskolában a gyerekek összegyűjtik a kimerült galvánelemeket és telepeket. Mi ennek a jelentősége? Miért lenne jó, ha Magyarországon is elterjedne a szelektív hulladékgyűjtés? Válaszaid kémiai megközelítést, példákat és indoklást is tartalmazzanak!

Egy lehetséges megoldás vázlata:

- a galvánelemek és telepek veszélyes hulladékok;
- bennük nehézfémek (Pl. Hg, Cd, Mn, Zn, Ag, Ni stb.) és vegyületeik találhatók;
- a nehézfémek és vegyületeik veszélyes mérgek, a fehérjéket denaturálják;
- a szelektív hulladékgyűjtés: a különböző típusú hulladékokat külön-külön gyűjtik össze;
- lehetővé tennénk a veszélyes anyagok egy (jól kiépített, biztonságos stb.) helyen való összegyűjtését, őrzését, ártalmatlanná tételét;
- lehetővé válna sok anyag visszanyerése, újrahasznosítása (másodlagos nyersanyagok).

3. Készíts a kémhatás kimutatására alkalmas indikátor oldatokat! Ezekkel vizsgálj meg minél több, a *konyhában* előforduló anyagokból készített híg oldatot! Óvatosan dolgozz, kis anyagmennyiségeket használj! Ismertesd a 3 legérdekesebb kísérletedet! Rajzolhatsz is! Magyarázd meg a tapasztalataidat!

a) Indikátor oldat készítése.

Lehetséges anyagok: vöröskáposzta, cékla leve, színes boggyótermések (pl.: szeder, bodza...) leve, színes virágszirmok (nem sárga!) főzete, erős tea stb.

b) Híg oldatok készítése.

Lehetséges anyagok:

- étkecet, citromlé, citrompótló, aludttej
- csapvíz, tej, cukor, mosogatószer
- szódabikarbóna, Na-benzoát stb.

c) A kísérlet és a tapasztalatok leírása.

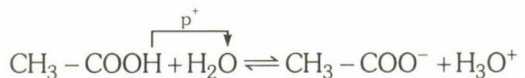
Pl.: étkecet + bodzale → piros színű oldat

cukoroldat + bodzale → ibolya színű oldat

szódabikarbóna + bodzale → kék színű oldat.

d) Magyarázat.

Pl.: az étkecet és víz protolitikus reakciójakor a vízben levő OH^- és az H_3O^+ egyensúlya megbomlik, új egyensúly áll be, melyre az H_3O^+ túlsúlya jellemző.



4. A bekeretezett betűk egy éppen 150 évvel ezelőtt meghalt tudós nevét rejtik. Ki volt ő? Röviden, tömören ismertesd kutatásaid eredményét! Ismertess tudományos eredményei közül legalább hármat!

1. A hidrogén felfedezője.
2. 1932-ben a neutront fedezte fel.
3. A vegyjel bevezetését javasló svéd tudós.
4. Az oxigén egyik felfedezője.
5. Nobel-díjas dán fizikus, atommodelljéről ismert.
6. Üvegeszközt neveztek el róla.

1.	C	A	V	E	N	D	I	S	H		
2.				C	H	A	D	W	I	C	K
3.	B	E	R	Z	E	L	I	U	S		
4.	P	R	I	E	S	T	L	E	Y		
5.					B	O	H	R			
6.		E	R	L	E	N	M	E	Y	E	R

a) John Dalton, angol kémikus és fizikus (1766. szept. 6. Eaglesfield – 1844. júl. 27. Manchester).

b) 1781-ben a család Kendallba költözött. Később Dalton tanítóként dolgozott itt. 1793-ban tanári állást kap egy manchesteri középiskolában. Itt kezdte tudományos munkáját. Előbb meteorológiával, később fizikával foglalkozott. A gázok viselkedését vizsgálta (parciális nyomás, gázok oldódása). 1802 és 1804 között kidolgozta atomelméletét. Ezen belül 1803-ban atomszimbólumokat vezetett be, összeállította az első atomsúlytáblázatot. 1807-ben kísérletei alapján megfogalmazta a többszörös súlyviszonyok törvényét és magyarázatot is adott erre az atomelmélete alapján. 1808-ban jelent meg könyve a „New System of Chemical Philosophy” (A kémia tudomány új módszere). Ebben a műben rendszerezte és összefoglalta atomelméletét. 1816-ban a Francia Akadémia, 1822-ben a Royal Society tagjai közé választották. Felfedezte a színvakságot (saját magán ismerte fel), amit azóta is daltonizmusnak neveznek.

c) *Atomszimbólumok*: Dalton az elemek atomjait köröcskével ábrázolta, amelyeket sátirozás vagy alfabetikus szimbólum különböztetett meg egymástól. A rendszer egyszerű vegyületeknél bevált, de bonyolult szerves vegyületek esetén már kezelhetetlen volt, alkalmazását tipográfiai nehézségek is akadályozták.

A többszörös súlyviszonyok törvénye: A kémiai vegyületeket alkotó elemek aránya vegyületekben az egyszerű egész számoknak felel meg.

A parciális nyomás törvénye: Kémiaiilag egymással nem reagáló gázok elegyében az összes nyomás parciális (= részleges, részbeni) nyomások összegével egyenlő.

Atomelmélet: Feltételezte, hogy a vegyületek az elemek legkisebb részeiből, atomjaiból épülnek fel. Az atomok száma a kémiai folyamatokban változatlan marad. Az atomokat parányi, oszthatatlan gömböknek képzelte.

5. Egy biológiai kísérlethez $0,5 \text{ dm}^3$ sóoldatra van szükség. (Ez $0,9$ tömeg%-os, $1,004 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

sűrűségű konyhasóoldat.) A szertárban $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ töménységű oldat áll rendelkezésre. Hogyan készítenéd el?

Az elkészítendő sóoldatot fiziológiás sóoldatnak is nevezik. 100 g oldatban $0,9 \text{ g NaCl}$ van,

$$\text{ez } 99,6 \text{ cm}^3 \text{ térfogatú. } \left(V = \frac{m}{\rho} = \frac{100 \text{ g}}{1,004 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 99,6 \text{ cm}^3 \right)$$

99,6 cm ³ oldatban	0,9 g NaCl
500 cm ³ oldatban	x

$$x = \frac{500 \text{ cm}^3}{99,6 \text{ cm}^3} \cdot 0,9 \text{ g} = 4,515 \text{ g}.$$

$$M_{\text{NaCl}} = 58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad \text{és} \quad n_{\text{NaCl}} = \frac{4,515 \text{ g}}{58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,075 \text{ mol}.$$

A készítendő oldatban $4,515 \text{ g}$ tömegű, $0,075 \text{ mol NaCl}$ -nak kell lennie. A rendelkezésünkre álló oldat ettől nagyobb koncentrációjú, tehát belőle hígítással készíthetjük el a szükséges oldatot.

$$\begin{array}{cc} 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 \text{ oldatban} & 1 \text{ mol NaCl van} \\ y & 0,075 \text{ mol NaCl van} \end{array}$$

$$y = \frac{0,075 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \cdot 1000 \text{ cm}^3 = \underline{\underline{75 \text{ cm}^3}}.$$

Tehát a fiziológiás sóoldatot 75 cm^3 $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ koncentrációjú oldat 500 cm^3 -re hígításával (azaz 425 cm^3 desztillált víz hozzáadásával) készíthetjük el.

6. Egy nátrium-kloridból és kálium-kloridból álló keverék 55,6 % kloridiont tartalmaz. Mi a két só anyagmennyiségének az aránya?

$$M_{\text{NaCl}} = 58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad M_{\text{KCl}} = 74,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad M_{\text{Cl}^-} = 35,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Vegyük mintaként 100 g keveréket, ebben x a NaCl-, $100 \text{ g} - x$ a KCl-tartalom.

$$\begin{array}{cc} 58,5 \text{ g NaCl-ban} & 35,5 \text{ g Cl}^- \\ x \text{ NaCl-ban} & y \text{ Cl}^- \end{array}$$

$$y = \frac{x}{58,5 \text{ g}} \cdot 35,5 \text{ g}$$

$$\begin{array}{cc} 74,5 \text{ g KCl-ban} & 35,5 \text{ g Cl}^- \\ (100 \text{ g} - x) \text{ KCl-ban} & z \text{ Cl}^- \end{array}$$

$$z = \frac{100 \text{ g} - x}{74,5 \text{ g}} \cdot 35,5 \text{ g}.$$

A feltételezett 100 g keverék 55,6 %-a, azaz 55,6 g a kloridion.

$$y + z = 55,6 \text{ g}$$

$$\frac{x}{58,5 \text{ g}} \cdot 35,5 \text{ g} + \frac{100 \text{ g} - x}{74,5 \text{ g}} \cdot 35,5 \text{ g} = 55,6 \text{ g}$$

$$0,607 \text{ g} \cdot x + 47,65 \text{ g} - 0,477 \text{ g} \cdot x = 55,6 \text{ g}$$

$$0,130 \text{ g} \cdot x = 7,95 \text{ g}$$

$$x = 61,15 \text{ g}.$$

100 g keverékből 61,15 g NaCl és 38,85 g a KCl. Ezek anyagmennyiségeinek aránya:

$$\frac{61,15 \text{ g}}{58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} : \frac{38,85 \text{ g}}{74,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,045 \text{ mol} : 0,52 \text{ mol} = \underline{\underline{2 : 1}}.$$

Tehát:

$$n_{\text{NaCl}} : n_{\text{KCl}} = 2 : 1.$$

3. forduló

Beküldési határidő: 1995. febr. 28.

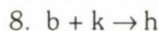
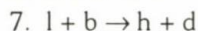
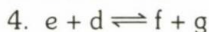
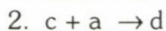
Minden egyes feladat megoldását külön lapra írástok!

Tüntessétek fel minden lapon a neveiteket!

A versenybe később bekapcsolódók ne felejtsek el a szeptemberi számban megjelent nevezési lapot elküldeni!

Feladatok

1. Tíz kémiából ismert anyag szerepel az alábbi 8 reakciósémában. Az anyagokat betűkkel jelöltük, s ezek a betűk nem vegyjelek. Azonosítsd az ismeretleneket, s írd fel a reakciók egyenletét! (Csak együttthatókkal egészítheted ki!) Az a, b, c betűk szobahőmérsékleten, légköri nyomáson gázhalmazállapotú anyagokat jelölnek.



13 pont

2. Milyen vegyületek a freonok? Mire használhatók? Milyen környezetkárosító hatásuk ismert? Milyen környezetbarát megoldásokat használhatunk helyettük?

7 pont

3. Tölts 2 azonos méretű dugóval lezárható gyógyszeres üvegbe 2/3 részig csapvizet! Az egyikbe szórj késhegynyi szódat vagy trisót, majd mindkettőbe kevés, de azonos mennyiségű szappanforgácsot. Zárd le az üvegeket, majd alaposan rázd őket össze! Magyarázd meg a tapasztalatokat!

7 pont

4. A következő szavakat egy ma is, a mindennapi életben gyakran használt eszközünkről mondta tökéletesítője:

„Ha én a chemia teoriájának nem tudnám egyéb hasznát venni ezen haszontalanságnál, még ma kitekerném a nyakamat.”

Ki volt ez a magyar tudós, aki részt vett a szabadságharcban és 100 évvel ezelőtt halt meg? Írd le röviden, tömören mit tudsz az életéről, tudományos munkásságáról!

7 pont

5. Hány gramm fémkáliumot kell 300 g vízbe helyezni, hogy a képződött oldat 1 tömeg%-os legyen?

8 pont

6. Két, a paraffinok homológ sorában egymást követő vegyület 1-1 móljának tömegösszege 270 g. Mi a két anyag képlete?

Mire használják őket?

Ugyanúgy „viselkedik-e” a két anyag felhasználás során?

8 pont

összesen: 50 pont

A MOZAIK tankönyvajánlata az 1995/96-os tanévre

KÉMIA

Kémiai feladatsorozatok 7., 8. o.

Kémia tankönyv I. osztály

Rendszerező kémia mintapéld., feladatokkal

Kémiai zsebkönyv középiskolásoknak

Versenyezz jól! - Kémiai versenyfeladatok

Éretts. - felv. feladatok KÉMIA ('89-'92)

FIZIKA

Fizika 12 éveseknek (tankönyv 6. osztály)

Fizika munkafüzet 12 éveseknek

Fizika 13 éveseknek (tankönyv 7. osztály)

Fizika munkafüzet 13 éveseknek

Fizika 14 éveseknek (tankönyv 8. osztály)

Fizika munkafüzet 14 éveseknek

Fizikai feladatsorozatok 6., 7., 8. o.

Fizikai feladatsorok középisk. készülőknek

Fizikai feladatok gyűjt. 12-16 éveseknek

Hogyan oldjunk meg fizikai feladatokat?

Fizikai zsebkönyv általános iskolásoknak

Fizikai kísérletek, játékok elektronokkal

A Budó Ágoston fizikai versenyek '79-'90

Hússzor hat - Fizikai feladatsorok felv.

Éretts. - felvételi feladatok FIZIKA ('89-'93)

Fizikai feladatok és tévedések

BIOLÓGIA

Komplex mf. biológiából 6., 7., 8. o.

Biológiai tesztsorozatok ált. iskolásoknak

Biológiai feladatsorozatok II., III., IV. o.

Biológiai tesztek középiskolásoknak

Így oldunk meg genetikai feladatokat

Biológiai feladatok középiskolásoknak

Biológiai összefüggések, logikai vázlatok

Biológiai fogalmak és összehasonlító tábl.

Az egyedfejlődés alapjelenségei

Éretts. - felv. feladatok BIOLÓGIA ('89-'92)

Válogatás a biológia érettségi-felvételi

feladatokból ('82-'93)

MATEMATIKA

Matematikai ismeretek 13-14 éveseknek

MATEMATIKA Összefoglaló fgy. 10-14 év.

MEGOLDÁSOK a mat. összef. f.gy.-hez I-II.

Matematikai feladatsorozatok 5., 6. o.

Matematikai feladatsorozatok 7., 8. o.

Mat. feladatsorozatok középisk. készülőknek

Érdekes matematikai feladatok

Matematikai versenyteszt '91-'93

Matematikai versenyteszt '94

Néhány tipikus problémaszituáció mat.

Matematikai fogalmak, tételek

Matematika tesztkönyv I-II. (15-16 év.)

Matematikai tehetséggyondozás 15 é. korban

Határértékszámítás

Mat. feladatsorok (Egyenletek, trig., log.)

Nevezetes egyenlőtlenségek

Geomet. feladatok megold. mat. háttérre

Éretts. - felv. feladatok matematika ('89-'93)

FÖLDRAJZ

A Föld, amelyen élünk tankönyv 5-6. o.

A Föld, amelyen élünk mf. 5-6. osztály

Földrajzi feladatsorozatok 6. osztály

Kis mester a földrajzhoz 6. osztály

Tájékozódás a térképen - Topogr. gyak.

Szórakoztató földrajz - Földrajzi rejtvények

Földrajzi fogalmak kislexikona

Természetföldrajz I. - A Föld belső erői

Természetföldrajz II. - A Föld külső erői

Éretts. - felv. feladatok FÖLDRAJZ ('89-'93)

Vastag betűvel kiemelt kiadványaink szerepelnek az 1995/96-os minisztériumi tankönyvjegyzéken.

TARTALOM

KARBOKATIONOK

Dr. Molnár Árpád
egyetemi tanár, JATE, Szeged

A KÉMIAI FOLYAMATOK HAJTÓEREJE, ÁNYA ÉS AZOK TERMÉKEINEK STABILITÁSA

Dr. Széll Tamás
USA, emeritus professzor, JATE, Szeged

KÖRNYEZETVÉDELEM TÖRTÉNELMI ELŐZMÉNYEI I.

Dr. Kovács István - Fábián Éva - Próder István
Magyar Vegyészeti Múzeum

A KÍSÉRLETEZŐ KÉMIATANÍTÁS BIZTONSÁGI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI KIHATÁSA

Dr. Várnai György
vezető szaktanácsadó, Győr

A BELGA KÖZÉPISKOLÁKRÓL, FŐLÖNÖS TEKINTETTEL A GIMNÁZIUMOKRA

Galbács Gábor
tudományos ösztöndíjas, JATE, Szeged

KÖNYVISMERTETÉS

KÉMIAI FEJTÖRŐ

A Svéd Királyi Tudományos Akadémia az 1994. évi Nobel-díjat a magyar származású **George A. Olah**, azaz Oláh György professzornak ítélte a karbokat-ionok kémiájában elért eredményeiért. A karbokat-ionok a szerves kémiai folyamatok sokáig csupán feltételezett... (3. oldal)

Irdemes, hogy a környezet kezelésének emlékei hazánkban egy pozitív ténykedéshez kapcsolódó oklevéllel kezdődnek. A Pozsony megyei Karacsfa falu szomszédságában lévő „Arky” nevű erdőről állítják 1262-ben, hogy azt „per manus hominum... de glandibus seminando...” (18. oldal)

Ismét előtérbe került az a régi elv, hogy a kémiatanításnak kísérletekre kell épülnie. Ezt az elvet évtizedek óta alapelvnek tartjuk, de a megvalósulását nem mindig segítették a körülmények. Az utóbbi években túlsúlyba került anyagszerkezeti szemlélet hangsúlyozása mellett... (20. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné

Dr. Soltész György

Kószó Katalin

Péntek Lászlóné

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 312-988,

FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Tördelő szerk.: Kovács Attila

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 450 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Művelődési és

Közkutatási Minisztérium

támogatásával.

A kémia tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben

Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

KARBOKATIONOK

Dr. Molnár Árpád

egyetemi tanár, JATE, Szeged

A KÉMIAI FOLYAMATOK HAJTÓEREJE, IRÁNYA ÉS AZOK TERMÉKEINEK STABILITÁSA

Dr. Széll Tamás

USA, emeritus professzor, JATE, Szeged

KÖRNYEZETVÉDELMI TÖRTÉNELMI ELŐZMÉNYEI I.

Dr. Kovács István - Fábíán Éva - Próder István

Magyar Vegyészet Múzeum

A KÍSÉRLETEZŐ KÉMIATANÍTÁS BIZTONSÁGI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI KIHATÁSA

Dr. Várnai György

vezető szaktanácsadó, Győr

A BELGA KÖZÉPISKOLÁKRÓL, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A GIMNÁZIUMOKRA

Galbács Gábor

tudományos ösztöndíjas, JATE, Szeged

KÖNYVISMERTETÉS

KÉMIAI FEJTÖRŐ

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjük meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 60 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, személyi számukat a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Molnár Árpád¹

Karbokationok

A Svéd Királyi Tudományos Akadémia az 1994. évi Nobel-díjat a magyar származású **George A. Olah**, azaz Oláh György professzornak ítélte a karbokationok kémiájában elért eredményeiért. A karbokationok a szerves kémiai folyamatok sokáig csupán feltételezett átmeneti termékei voltak. Hosszú ideig úgy gondolták, hogy nagy reaktivitásuk (hiszen elektronhiányos szerkezetük következtében rendkívül erős elektrofilek) ill. igen rövid (mikromásodperctől nanomásodpercig terjedő) élettartamuk lehetlenné teszi közvetlen fizikai megfigyelésüket, nem is beszélve előállításukról vagy izolálásukról. Ezt a felfogást változtatta meg Oláh professzor munkássága, aki az 1960-as években elsőként volt képes arra, hogy megfelelő körülmények között karbokationokat állítson elő. Jelenlétüket spektroszkópiai úton, mágneses magrezonancia spektroszkópia (NMR) segítségével mutatta ki, tanulmányozta szerkezetüket, stabilitásukat, tulajdonságaikat és reakciókészségüket.

A karbokation név a szénvegyületek pozitív töltésű ionjainak két típusát jelenti. Karbéniumionnak nevezzük azokat az ionokat, amelyekben a pozitív töltésű szénatom három szubsztituenst hordoz, azaz sp^2 hibridállapotú. Ilyen például a metánból hidridanion vesztésével képződő H_3C^+ metilkation. A másik csoportba tartoznak az egyéb óniumionokkal analóg karbóniumkationok, amelyek legegyszerűbb képviselője a H_5C^+ metóniumion.

Ezeket a kationokat, amelyekben a szén formálisan négynél magasabb koordinációjú, szokás (a klasszikusnak tekintett karbéniumionokkal szemben) nem klasszikus karbokationoknak is nevezni. Oláh javaslatára a karbokation név (amely a karbanion, vagyis a megfelelő negatív töltésű ion nevének megfelelője), mint általános elnevezés vált elfogadottá. Fontos e helyen rámutatni azonban arra is, hogy a klasszikus és a nem klasszikus karbokationok olyan két szélső, valójában egymástól élesen el nem különíthető esetet képviselnek, amelyek között többé-kevésbé folyamatos átmenet van. P.D. Bartlett definíciója szerint a nem klasszikus karbokationok azok az ionok, melyekben alapállapotban a σ kötőelektron-párok nem delokalizáltak. Ilyen értelemben például a *terc*-butil-kation sem „valódi” klasszikus karbokation, hiszen a C–H σ -elektronok részleges delokalizációja eredményezi a többi alkilkationnal szembeni nagy stabilitását.

Először közvetlenül a századforduló után triaril-metán-származékok átalakulásával kapcsolatban – amikor a szintelen kiindulási anyagok bizonyos

körülmények között intenzív színű származékokat adtak – vetették fel azt a lehetőséget, hogy e reakciókban ionos vegyületek képződnek. Ezeket abban az időben pusztán kuriózumnak tartották, később azonban, elsősorban K.C. Ingold és E.D. Hughes, valamint H. Meerwein munkássága alapvető szemléletbeli



¹A szerző 1992-94-ben két évet töltött ösztöndíjasként (Moulton Distinguished Visiting Fellow) a Dél-Kalifornia Egyetemen, a Prof. G.A. Olah vezette „Loker Szénhidrogénkutató Intézet”-ben.

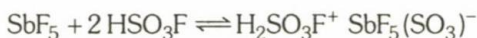
változást hozott. E vizsgálatok alapján arra a következtetésre jutottak, hogy kovalens kötésű kiindulási anyagok kovalens kötésű végtermékekhez vezethetnek ionos átmeneti termékeken keresztül. Másképp megfogalmazva: nyilvánvalóvá vált, hogy pozitív töltésű szénhidrogének, azaz karbokationok ténylegesen előfordulhatnak szerves kémiai átalakulások nagyon rövid élettartamú átmeneti termékeiként. Ingold és Hughes szubsztitúciós és eliminációs átalakulások kinetikájának és sztereokémiájának részletes tanulmányozása alapján megfogalmazták a ma S_N1 ill. $E1$ reakcióként ismert átalakulástípusokat. Egyes esetekben például a reakciósebesség meglepő növekedését tapasztalták akkor, amikor nagyobb dielektromos állandójú oldószerben hajtották végre a reakciókat. Ma már közismert és a szerves kémiai reakció-mechanizmusokban alapvető jelentőségű tény, hogy ezekben a folyamatokban a termékképződési lépést a kiindulási anyag heterolitikus disszociációja (ionizáció) előzi meg. Az így képződött karbokation aztán a reakció körülményeitől függően egy új szubsztituált vegyületté alakul, vagy elimináció eredményeként alként ad. Meerwein elsősorban különböző átrendeződési reakciókat tanulmányozott, és többek között a kamfén hidroklorid izobornil-kloriddá történő átalakulását tudta értelmezni azáltal, hogy az átmeneti termék karbokation vázátrendeződését tételezte fel. Ez a ma Wagner-Meerwein átrendeződésként ismert reakciók egyik fontos példája. Később F.C. Whitmore általánosította Meerwein átrendeződési elméletét. Ilyen alapon értelmeztek számos, korábban már leírt egyéb átrendeződési reakciót is (pinakolátrendeződés, Demjanov-, Hofmann-, Lossen-, Curtius-, Beckmann-átrendeződés), így egységes rendszerbe foglalva ezeket a reakciókat, amelyekre korábban eltérő, egyedi mechanizmusokat feltételeztek. Érdemes megemlíteni, hogy Whitmore közleményeiben soha nem használta a karbokation kifejezést (mindig csak elektronhi-

ányos szénatomról beszélt), és a képletekben került a pozitív töltés jelölését. A fentiekkel kapcsolatban azonban ki kell emelni azt, hogy ezek a megfigyelések a karbokationok létezésének pusztán közvetett bizonyítékai. Annak ellenére, hogy később tömegspektrometriás vizsgálatok rámutattak ugyan arra, hogy megfelelő szerves vegyületek (alkoholok, alkének, haloalkánok) elektronbombázásával gázfázisban kimutathatók karbokationok, oldatfázisban történő megfigyelésüket és vizsgálatukat – a korábban már említett okok miatt – nem tartották lehetségesnek.

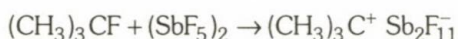
A karbokationok előállítását és közvetlen megfigyelését két fontos felismerés alkalmazása tette lehetővé. Egyrészt rendkívül nagy reaktivitásuk ellenére a megfigyelésükhöz és tanulmányozásukhoz elegendő hosszú élettartam akkor biztosítható, ha a vizsgált rendszer nem tartalmaz a továbbalakulásukhoz szükséges nukleofilokat. Karbokationok ezért úgynevezett alacsony nukleofilitású (helytelenül túlzó elnevezéssel nem nukleofil) oldószerekben készíthetők. Ilyenek pl. az SO_2 , SO_2ClF és SO_2F_2 , amelyek (legalábbis $-100^\circ C$ körüli hőmérsékleten) nem reagálnak karbokationokkal.

A másik feltétel: megfelelő erősségű savak, úgynevezett szupersavak alkalmazása, amelyek igen gyenge bázisok (például szénhidrogének $C-H$ és $C-C$ σ -kötéseinek) protonálására is képesek. Szupersavnak nevezzük – R.J. Gillespie önkényes, de általánosan elfogadott definíciója szerint – a 100 %-os kénsavnál erősebb savakat. Ezek kvantitatív jellemzésére a Hammett-féle savfunktó (H_0) értékét szokás használni. A legerősebb egyszerű Brönsted szupersavak a fluor-szulfonsav (HSO_3F) és a trifluor-metánszulfonsav (F_3CSO_3H), melyek H_0 értéke $-15,1$ ill. $-14,1$ (szemben a 100 %-os kénsav -12 -es értékével). Jóval erősebb savak is készíthetők úgy, ha egy már eleve erős savat elegyítünk egy még erősebbel, és ezáltal tovább növeljük ionizációját. Még hatékonyabb

módszer, ha Lewis-sav hozzáadásával növeljük a saverősséget azáltal, hogy jelentősebb mértékben delokalizált elleniont képezve eltoljuk az autoprotónálódási egyensúlyt. Az egyik leg-erősebb szupersav, amely a karbokationok kémiájában kiemelkedően fontos szerepet játszik az antimon-pentafluoridból (amely önma-gában Lewis szupersav, azaz a vízmentes alumínium-trikloridnál erősebb, vagyis nagyobb koordinációs készségű vegyület) és a fluor-szulfonsavból előállított úgynevezett „mágikus sav”. Ennek saverőssége $\text{SbF}_5 : \text{HSO}_3\text{F} = 9 : 1$ aránynál $-26,5$, ami annyit jelent, hogy a mágikus sav a kénsavnál mintegy 10^{14} -szer erősebb sav. Még erősebb szupersav a megfelelő összetételű $\text{HF}-\text{SbF}_5$ elegy.



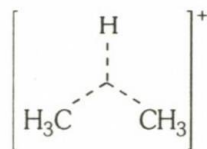
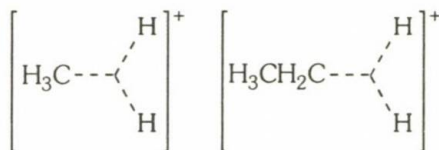
Oláh 1962-ben figyelt meg először közvetlenül oldatban karbokationokat, amikor *terc*-butil-fluoridot főlegesen vett (reagensként és oldószerként is szolgáló) antimon-pentafluoriddal reagáltatott alacsony hőmérsékleten, melynek során *terc*-butil-kation (a fent említett nevezéktan szerint trimetilkarbéniumion) képződött. Ez az előállítási módszer a σ szintézis-út, utalva arra, hogy a kation σ -kötés heterolízise eredményeként képződik. Ilyen körülmények között a dimer $\text{Sb}_2\text{F}_{11}^-$ anion az ellenion, míg alacsony nukleofilitású oldószerekben (SO_2 , SO_2ClF , SO_2F_2) hasonló módon kivitelezett reakcióban SbF_6^- anion is megfigyelhető.



Oláh hasonló módon állított elő izopropil- és *terc*-amil-kationt is. Szekunder kationok előállítása és megfigyelése is lehetséges, azonban jóval alacsonyabb hőmérsékleten, ezek ugyanis igen könnyen átrendeződnek a jóval stabilabb terciér kationokká. Általában bármilyen izomer fluor-alkánból indulunk is ki, megfelelő átrendeződések eredményeként mindig a lehetséges legstabilabb szekunder vagy terci-

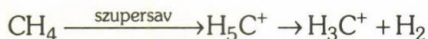
er karbokationok képződnek. Az alkalmazott kísérleti technika igen egyszerű: a reagensek megfelelően lehűtött oldatát keverés közben, nedvesség kizárása mellett elegyítik. Általában acetón-szárazjég (-78°C) vagy cseppfolyós nitrogén-etanol (-120°C) hűtőkeveréket alkalmaznak, hogy a mellékreakciókat (elsősorban a dimerizációt és az oligomerizációt) elkerüljék. Nagy reaktivitású karbokationok előállításánál úgy járnak el, hogy nagyvákumban, cseppfolyós nitrogénnel hűtött felületre gázfázisból kondenzáltatják a reaktánsokat. Igen mély hőmérsékleten szilárd SbF_5 mátrix szolgálhat karbokationok szilárd fázisban történő előállítására és megfigyelésére.

Szerves fluorvegyületek mellett alkoholokból, valamint alkénekből (π szintézisút), sőt alkánokból is előállíthatók karbokationok. Ez utóbbi reakció azt jelenti, hogy a szupersavak még olyan extrém gyenge bázisokat, mint az alkánok, is képesek protonálni $(\text{C}_n\text{H}_{2n+3})^+$ összegképletű, ötös koordinációjú karbokationok (azaz karbóniumionok) képződését eredményezve. A metán például megfelelő körülmények között a C–H kötés protonálódása révén a H_5C^+ metóniumionná alakul, melyben háromcentrumú, kételektronos kötés található. (Figyeljük meg, hogy a szaggatott vonallal jelzett kötések találkozásánál nincs atom!) Magasabb szénatomszámú homológok, például az etán esetén nemcsak a C–H, hanem a C–C kötés is protonálódik.

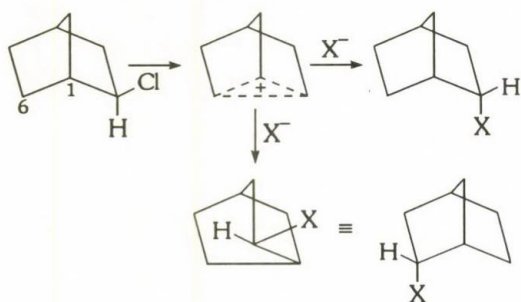


E karbokationok koncentrációja még szupersavas körülmények között is rendkívül cse-

kély, ezért ezek megfigyeléséhez $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on mátrix-technikát használnak. E nem klasszikus karbokationok könnyen átalakulnak háromértékű (klasszikus) karbokationná. A metán esetén ez a bruttó reakció szempontjából azt jelenti, hogy a szupersav protonja molekuláris hidrogén fejlődése közben kationná oxidálja a metánt.

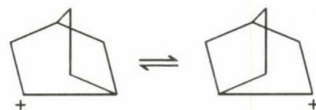


A karbokationokról szólva nem hagyhatjuk említés nélkül azt a mintegy két évtizedig tartó igen heves, időnként személyeskedésbe is hajló vitát, ami a 2-norbornilkation szerkezetéről, de általánosságban a nem klasszikus karbokationok léte körül zajlott. Winstein figyelte meg azt, hogy az *exo*-2-norbornil-klorid szolvólízise 2-3 nagyságrenddel gyorsabban megy végbe, mint a megfelelő *endo*-vegyület átalakulása. Mindkét vegyület *exo* terméket ad, és az *exo*-vegyület átalakulása teljes racemizációval jár. E megfigyeléseket Winstein úgy értelmezte, hogy az *exo*-izomernél lehetőség van arra, hogy a C6–C1 kötés σ -elektronjai hátoldali támadás révén elősegítsék a kloridion disszociációját, egyúttal egy szimmetrikus, hídszerkezetű, nem klasszikus karbokationt eredményezve.



H.C. Brown (a kémiai Nobel-díj 1979-es kitüntetettje, aki a bőrvegyületek kémiájában elért eredményeiért kapta a díjat) hevesen támadta ezt az elképzelést. Véleménye szerint a sebességkülönbség azzal értelmezhető, hogy az *exo*-vegyület ionizációja eredményeként csökken a szterikus feszülés, a megfigyelt egyéb jelenségek pedig összhangban vannak

egy gyorsan ekvilibráló klasszikus tautomér karbokationpár feltételezésével. Oláh későbbi NMR-vizsgálatai azonban a nem klasszikus szerkezettel voltak összhangban. Ezt támasztották alá a mátrix-technikával nyert eredmények, valamint egyéb spektroszkópiai vizsgálatok is. E vita rendkívül termékenyítőleg hatott a vegyértékelmélet továbbfejlesztésére, sztereoselektív szintézisekre alkalmas módszerek kidolgozására, a szolvolitikus reakciók mechanizmusának értelmezésére és a fizikai szerves kémiai módszerek továbbfejlődésére.



A karbokationok kémiájának azonban nem csupán elméleti jelentősége van. Számos, gyakorlati szempontból igen fontos átalakulásban – egyebek mellett a petrokémiai ipar, a szerves vegyipar és gyógyszergyártás folyamataiban – játszanak meghatározó szerepet. Jellemző példaként említhetjük a kőolajfeldolgozás olyan alapfolyamatait, mint a krakkolás és reformálás. E folyamatok, az izomerizációval és alkilezéssel együtt, nagy oktánszámú motorbenzinek előállításának az alapját képezik. A karbokationok részvételével végbemenő kémiai változások ismerete értelemszerűen alapvető fontosságú e folyamatok gazdaságos végrehajtásához és hatékonyságuk további növeléséhez. Említsünk két példát arra is, hogy a szupersavak (és így a karbokationok) még további, gyakorlati szempontból fontos lehetőségeket is rejtjenek magukban. Oláh György újabb eredményei alapján ismert, hogy a metán szupersavak hatására (oxidatív kondenzáció eredményeként) etánná ill. magasabb szénatomszámú alkánokká alakítható. Ez a reakció utat nyithat motorbenzinek ill. kőolajból nyerhető egyéb szénhidrogének metánból kiinduló szintézisére. Jelenleg ez csak több lépéses folyamatokban – szintézisgáz előállításával, majd Fischer-Tropsch szintézissel, illetve a szintézisgázból nyert metanol zeolitokon törté-

nő átalakításával (Mobil eljárás) – valósítható meg. Leírták továbbá azt is, hogy supersavak segítségével szénből, jó hozammal, viszonylag egyszerű módon nyerhetők cseppfolyós szénhidrogének, vagyis a supersavak által katalizált, karbokationok részvételével lejátszódó folyamatok új lehetőséget nyithatnak a szén cseppfolyósítására is.

Végezetül essen szó a mágikus sav elnevezés megszületésének körülményeiről! 1966 karácsonya táján J. Lukas német ösztöndíjas, aki az akkor Clevelandben, a Case Western Reserve Egyetemen dolgozó Oláh professzor munkatársa volt, egy kis karácsonyi gyertyát mágikus sav oldatába tett. Meglepetésére a gyertya feloldódott. Még nagyobb meglepetésére az oldat NMR-spektruma a *terc*-butilkationok jelenlétét mutatta, amelyek a gyertya

anyagában lévő hosszú szénláncú szénhidrogének nagymértékű lebomlása és átrendeződése eredményeként képződtek. Ettől kezdve nevezték a savat mágikus savnak, ami azóta a kémiai irodalom elfogadott szakkifejezése, valamint bejegyzett márkanév lett.

Irodalom

- [1] Information — Chemistry, 12 October 1994. A Svéd Királyi Tudományos Akadémia kiadványa.
- [2] G.A. Olah, G.K.S. Prakash, J. Sommer: Superacids. Wiley, New York, 1985.
- [3] G.A. Olah, G.K.S. Prakash, R.E. Williams, L.D. Field, K. Wade: Hypercarbon Chemistry. Wiley, New York, 1987.
- [4] C.D. Nenitzescu in Carbocations (Szerk.: G.A. Olah, P.v.R. Schleyer). Interscience, New York, 1968., 1. kötet, 1. fejezet.

Dr. Széll Tamás

A kémiai folyamatok hajtóereje, iránya és azok termékeinek stabilitása

Számos felmérés igazolja, hogy a diákság (gimnáziumi és egyetemi) leggyakoribb kérdése az, hogy minek köszönhető, hogy kémiai változások egyáltalán lejátszódnak. Mivel minden kémiai változás során megváltoznak a kémiai kötések, azok megszűnnek vagy keletkeznek, a válasz az előbbi kérdésre – sejtetően – energetikai természetű. A válasz, azt hisszük, jól ismert, de a részletekhez szükséges energetikai adatokban sokáig olyan hiány volt, hogy számolgatásra alig nyílt lehetőség. Korunkban azonban a szükséges adatok megszorodtak és egyre inkább abba a helyzetbe jutunk, hogy segítségükkel hasznos számításokat tudunk végezni. Jelen írás egyik célja éppen az, hogy kedvet csináljunk termodinamikai számításokhoz. Ezek, a közhiedelemmel szemben, általában egyszerűek és hasznosak, különösen akkor, ha

megelégszünk közelítésekkel is. Ilyen számolásokat elterjedten végeznek a világ sok középiskolájában, ebből a haladó fokon tanulók vizsgadolgozatot is írnak.

Minek köszönhető, hogy egy kémiai átalakulás végbemegy? Erre a kérdésre az alkémia korában misztikus, kabalisztikus válaszok forogtak közkézen. Az első tudományos választ Newton adta, aki azt állította, sok száz példa felsorolása után, hogy abba az irányba haladnak a reakciók, ahol nehezebb, súlyosabb termékek képződnek. A gravitáció felismerőjének ez a melléfogása megbocsátható, ha manapság ilyen kijelentés a vizsgán biztos bukáshoz is vezetne. Newton után többen energetikai magyarázatokkal léptek a színre, mint például Berthelot. Ők lényegében azt állították, hogy a kémiai reakciók oka az energiacsökkenés a

termékek irányában. Ennek az elméletnek alátámasztására is akadt számos példa. E tétel azonban szintén tarthatatlan, hiszen csak az exoterm folyamatokat képes magyarázni, holott nagy számban ismertek endoterm reakciók is. Hamarosan Clausius elképzelése lett népszerű, aki azt mondta, hogy a reakciók abban az irányban játszódnak le önként (spontán), amerre a rendezetlenség (entrópia) növekszik. Önként lejátszódónak pedig azt a folyamatot tekintjük, amely "külső segítség" nélkül megy végbe. Természetesen nem állítjuk, hogy ezek ellenkezője nem következhet be, de ehhez azonban külső segítségre van szükség, akár az elejtett kő esetében, amely (önként) leesik, de eredeti helyére vissza sohasem kerül, hacsak le nem hajolunk és fel nem emeljük. A spontán folyamatok tehát irreverzibilisek, és a klasszikus értelemben vett egyensúlyi folyamatok is ilyenek, ha úgy tekintjük, hogy az egyensúlyi összetétel elérése bármelyik oldalról spontán bekövetkezhet.

Számos olyan kémiai folyamat ismert, amelyben entrópiánövekedés nem ismerhető fel. Nem állja meg a helyét tehát a Clausius-féle magyarázat sem.

Josiah Willard Gibbs (1839-1903) (ejtsd: Gibbsz) az amerikai Yale Egyetem matematikai fizika és kémiai energetika professzora ismerte fel, hogy az előbbieken bemutatott energetikai és entrópiabeli javaslatok a hőmérséklet segítségével összekapcsolhatók és így módon olyan függvényhez jutunk, amely képes a kémiai folyamatok irányát jellemezni. $G = H - TS$ vagy $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$. Ezt az összefüggést Maxwell, Kelvin és Ostwald elismeréssel üdvözlötték. Gibbs abból indult ki, hogy egy rendszer és annak környezete a kémiai rendszer energiaváltozása miatt megváltoztatja entrópiáját:

$$\Delta S_{\text{totál}} = \Delta S_{\text{rendszer}} + \Delta S_{\text{környezet}}$$

Ismert, hogy a környezet entrópiája csak a rendszertől függ, hiszen azok termikus kölcsönhatásban vannak egymással és hogy a rendszer és az is környezete termikus egyensúly esetén állandó nyomáson a környezetentropia változása kifejezhető a hőmennyiség

(entalpia) és a hozzátartozó hőmérséklet hányadosaként:

$$\Delta S_{\text{körny.}} = -\frac{\Delta H_{\text{rends.}}}{T}$$

A negatív előjel könnyen belátható, ha figyelembe vesszük, hogy exoterm reakciónál, amelyeknek definíció szerint negatív ΔH értékük van, az entrópia a megnövekedett hőmozgás miatt növekszik, azaz a változása előjelének pozitívnak kell lenni.

Ha a környezet entrópiaváltozását az eredeti egyenletünkbe helyettesítjük és azt $(-T)$ -vel megszorozzuk, a következő egyenlethez jutunk:

$$-T\Delta S_{\text{totál}} = -T\Delta S_{\text{rends.}} + \Delta H_{\text{rends.}}$$

Állandó hőmérsékleten Gibbs függvénye $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, vagyis az előbb kapott egyenlet és Gibbs függvénye azonos jobb oldalal rendelkezik, s ezért felírható, hogy

$$\Delta G = \Delta H_{\text{rends.}} - T\Delta S_{\text{rends.}}$$

A ΔG ezen kifejezésében minden index a kémiai rendszerre vonatkozik. A ΔH kémiai kötésekben valamint intermolekuláris erőkben bekövetkező változásokat tükröz, ΔS pedig a rendezetlenség megváltozását, és T -vel szorozva szintén energia jellegű mennyiség megváltozását jelenti.

Amennyiben ΔG értéke negatív, úgy önként végbemenő folyamatról van szó. Ezzel egy csapásra a korábbi zavaros helyzet kitisztult, ugyanis a paraméterek H , T , S összjátékára bízunk a döntést, hogy egy folyamat lejátszódik-e vagy sem. Természetesen lejátszódhatnak endoterm folyamatok is, ha ezt megfelelő entrópiánövekedés ellensúlyozza, vagy entrópiacsökkenéssel járó változás is bekövetkezhet, ha azt az exoterm jelleg „kárpótolja”. Alacsony hőfokon az exoterm folyamat győzhet az entrópiacsökkenés felett, magasabb hőmérsékleten viszont az entrópiánövekedés háttérbe szoríthatja az endoterm entalpiaváltozást, amint ezt az egyenlet szemlélése alapján könnyű belátni. Így fordulhat elő, hogy az exotermfagyás alacsony hőmérsékleten háttérbe szorítja az entrópiacsökkenést (fagyáskor nagy rend alakul ki, s a rendezetlenség csök-

ken!), vagy az hogy pl. ammónium-nitrát „önként” oldódik vízben, holott endoterm az oldáshője, ugyanis nagymértékű entrópiánövekedéssel jár az oldódás.

A ΔG -t leghelyesebb szabad entalpiának nevezni vagy Gibbs-féle termodinamikai potenciálnak, noha nevezik izobár potenciálnak is, sőt Nyugaton elterjedten szabad energiának is. Utóbbi nem szerencsés, mert létezik „igazi” szabad energia is ΔF , amely a ΔG -től az általában csekély $P\Delta V$ -nyi értékkel különbözik, amit izokór potenciálnak is neveznek, Nyugaton pedig munkafüggvénynek. A konfúzió felül lehet emelkedni, ha ismerjük, hogy melyik függvény milyen megszorítások esetén érvényes. A ΔG izobár-izoterm folyamatokra, a ΔF izoterm és izokór folyamatokra vonatkozik. Mindkét függvény extenzív sajátosságú, mindkettő képes az egyensúlyt úgy megadni, hogy azok első differenciálhányadosa zéró, a második pedig pozitív.

A továbbiakban csak a ΔG -vel foglalkozunk. Legtöbb kémiai folyamatunk közelítően izobár és adott hőfokon következik be. Néhány példán át bemutatjuk, milyen egyszerűen használható annak eldöntésére, hogy:

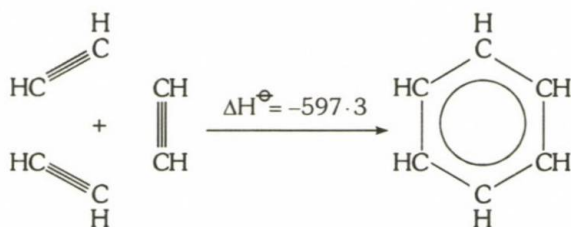
1. Mi a spontán reakció iránya? (Az, amerre ΔG negatív.)
2. Az egyensúly pozíciója mennyire áll közel a reaktánsokhoz vagy a végtermékekhez?
3. Mekkora a reakciókból kinyerhető hasznos munka?
4. Milyen a termékek energetikai stabilitása?

Előre kell bocsátanunk, hogy a ΔG minden vitathatatlan hasznossága ellenére sem képes felvilágosítást adni a folyamatok sebességéről. Úgy gondoljuk azonban, hogy a kémikust elsősorban az érdekli, hogy valamely termék képződése önként végbemehet-e, s csak ha erre a kérdésre választ kapott, kezdhet hozzá ahhoz, hogy annak sebességét – ha szükséges – befolyásolja.

1. A folyamatok iránya

Vizsgáljuk meg lehet-e acetilént 25 °C-on benzollá trimerizálni a következő reakció szerint:

Lehet-e acetilénből benzolt csinálni?



$$\Delta G^\ominus = \Delta H^\ominus - T\Delta S^\ominus = -597,3 - 298 \cdot (-0,33) = -498,7 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

($\ominus$: standard körülmények)

$$\downarrow$$

(Elfogadott: $497,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.)

Igen, $\Delta G^\ominus$ értéke negatív.

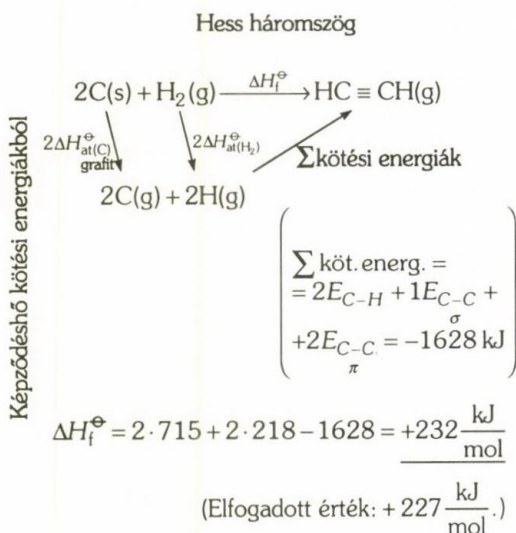
1. ábra

Mi a teendő, ha a reakcióhő (ΔH) nem volna ismert vagy nem volna hozzáférhető? Ebben az esetben a képződéshőből ($\Delta H_f^\ominus$) lehet azt kiszámítani.

$$\begin{aligned} \Delta H_{f(\text{HC}\equiv\text{CH}\rightarrow\text{C}_6\text{H}_6)}^\ominus \text{ képződéshőből } (\Delta H_f^\ominus) \\ \Delta H^\ominus = \Delta H_{f(\text{C}_6\text{H}_6)}^\ominus - 3\Delta H_{f(\text{HC}\equiv\text{CH})}^\ominus \\ = +82,93 - 3 \cdot 226,75 = -597,3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \\ (\text{Elfogadott érték: } -597,3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}.) \end{aligned}$$

2. ábra

A képződéshő különben kiszámítható kötési energiákból is Hess-ciklussal. Hess törvénye kimondja, hogy a kémiai átalakulások nettó hőszínezete (ΔH) nem függ attól az úttól, amelyet követve a változás bekövetkezett, csak a kezdeti és végállapottól. Ilyen formán a 3. ábrán vízszintes irányban történő változás azonos a kerülőutas változások összegével.



3. ábra

2. Egyensúlyok

Az egyensúly feltétele, hogy az alábbi kívánalmak egyike teljesüljön:

$$\Delta G_{p,T} = 0 \text{ vagy } \Delta S_{U,V} = 0.$$

Egyszerűen levezethető, hogy a szabad entalpia megváltozása és az egyensúlyi állandó (K) között a következő összefüggések vannak: standard ($\ominus$) esetben:

$$\Delta G^\ominus = -2,3 RT \log K;$$

és nem standard körülmények között:

$$\Delta G = \Delta G^\ominus + 2,3 RT \log K.$$

(Egyensúlynál a ΔG zéró)

Amennyiben $\Delta G^\ominus$ negatív és nagy szám, valamint az egyensúlyi állandó nagy pozitív szám, akkor a termékek uralkodnak az egyensúlyi összetételben. Ellenben, ha $\Delta G^\ominus$ pozitív és nagy szám, akkor a reagáló anyagok alig alakultak át. Tipikus egyensúlyokra, előjeltől függetlenül, viszonylag szerényebb $\Delta G^\ominus$ értékek jellemzőek, pl. -150 és $+150$ kJ/reakció közötti értékek. Ezekhez 10^{-26} illetve 10^{26} értékű egyensúlyi állandók tartoznak.

A $G-\xi$ görbén (ahol ξ az összetétel vagy más, a reakció előrehaladását mutató koordináta, pl. idő) a szabad entalpiának az egyensúlyi összetételnél minimuma van, vagyis az egyensúlyi elegy kialakulásához vezető folyamatok, akár a kiindulási anyagok felől, akár a végtermék irányából haladunk, negatív $\Delta G^\ominus$ értéket adnak, ami másként azt jelenti, hogy ezek irányába a folyamatok spontán lejátsszódhatnak.

Vizsgáljunk meg egy fontos ipari egyensúlyt!

$\Delta G^\ominus$ és egyensúly

$$\begin{aligned} \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) &\rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \\ \Delta G^\ominus &= 2\Delta G_{f(\text{SO}_3)}^\ominus - 2\Delta G_{f(\text{SO}_2)}^\ominus - \Delta G_{f(\text{O}_2)}^\ominus = \\ &= 2(-370,4) - 2(-300,4) - \text{zéró} = \\ &= -140 \frac{\text{kJ}}{\text{reakció}} \text{ Spontán!} \end{aligned}$$

$$\log_{10} K_p = \frac{\Delta G^\ominus}{-2,3RT} = \frac{-140}{-5,71} = 24,5$$

$$K_p = 3,3 \cdot 10^{24} \text{ atm}^{-1} \text{ ("Jobbra tolt")}$$

4. ábra

A kedvező egyensúlyi koncentrációk ellenére az ipar nem 25 °C-on valósítja meg a kénsav gyártásához szükséges egyensúlyt, hanem magasabb hőfokon, mert „elégedetlen” a reakciósebességgel. Igaz, hogy a magasabb hőmérséklet exoterm folyamat egyensúlyát a termékek tekintetében kedvezőtlenebbé, de sokkal gyorsabban elérhetővé teszi. A nyomás emelése az egyensúlyi pozíción egy kicsit „javít”, amely Le Chatelier elve alapján jól értelmezhető.

Lehetőség van arra, hogy kiszámítsuk az ún. határhőmérsékletet, ahol a ΔG előjelet vált, amennyiben alacsony hőmérsékleten a ΔG előjele pozitív. Számos bomlás valamint fontos ipari folyamat (pl. izomerizáció, krakkolás, ciklizálás, aromatisálás) esetén szükséges ennek a hőmérsékletnek az ismerete. Példának tekintsük az ammónium-klorid endoterm hőbomlását!

Bomlási hőmérséklet:



$$\Delta G_b = \Delta H_b - T\Delta S = \text{zéró, ha:}$$

$$\Delta H_b = T\Delta S.$$

Ekkor:

$$T = \frac{\Delta H_b}{\Delta S} = \frac{177 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}{0,285 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \text{K}} = 621 \text{ K (348 °C)}.$$

(Elfogadott érték: 614 K.)

E fölött spontán,
mert:

$$|T\Delta S| > |\Delta H_b| \text{ és } \Delta G_b \text{ negatív.}$$

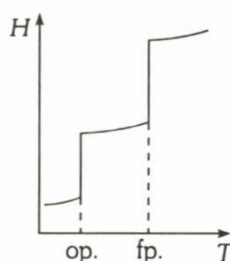
5. ábra

A ΔG természetesen függ a hőmérséklettől, hiszen annak összetevői (ΔH és $T\Delta S$) is függenek attól. Maga ΔH legtöbbször csak kicsit változik, s így közelítésre akkor felel meg, ha azt állandónak tekintjük, feltéve, hogy jelentős ΔH -változást okozó fázisváltozás nincs. (A látns hő ugyanis jelentős hatást gyakorol a ΔH értékére, amely már nem hanyagolható el.)

A ΔS , hasonlóan a ΔH -hoz csak kismértékben nő a hőmérséklettel, tehát az is állandónak tekinthető, amennyiben a vizsgált sza-

kasz nem túl nagy és nem esik bele fázisváltozás.

H hőmérséklet-függése



„ H ” integrálható.
A Kirchhoff össze-
fűgésből

$$\frac{d(\Delta H)}{dT} = C_p$$

nyerhető,
vagy mérhető.

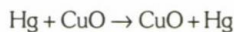
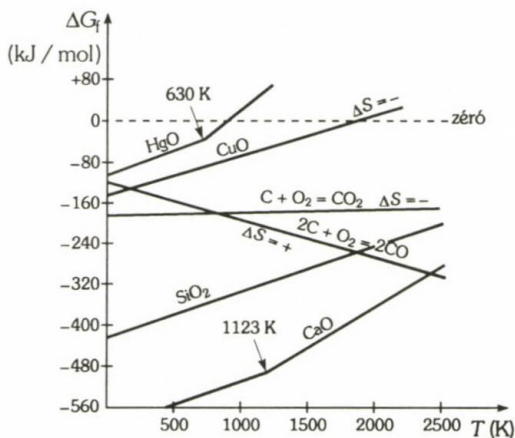
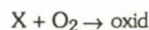
6. ábra

A ΔG kifejezést kissé átrendezve a következő egyenlethez jutunk:

$$\Delta G = -\Delta S \cdot T + \Delta H.$$

Ezen a formulán szembetűnően látható, hogy ez egy egyenes egyenlete, amelynek meredeksége: $-\Delta S$, és

$$-\Delta S = \frac{d(\Delta G)_p}{dT}.$$



$$\Delta G^\circ = -69 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

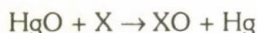
Oxidok képződési szabad entalpiája
a hőmérséklet függvényében

7. ábra

A ΔG hőmérsékletfüggését hasznosíthatjuk a gyakorlatban. A 7. ábrán feltüntetett, egyes oxidok képződési szabadentalpia változásait tanulmányozhatjuk.

A $\Delta G_f - T$ függvények az előbbiekből következően közelítőleg egyenesek. Azonban figyeljük meg, hogy mind a HgO, mind pedig a CaO képződési szabadentalpiája törést mutat (Hg forráspontján, illetőleg a Ca olvadáspontján). A rendezetlenség ekkor a gőzállapotú, illetőleg az olvadt kiindulási anyag és a rendezett szerkezetű szilárd végtermék között nagyobb különbséget mutat (ΔS „negatívabb”), mint amikor folyékony vagy szilárd anyagokból indultunk ki, márpedig a meredekséget $-\Delta S$ értéke határozza meg.

Az ábráról megállapítható, hogy a CO kivételével valamennyi oxid képződési szabadentalpiája a hőmérséklettel nő, tehát azok entrópiacsökkenéssel járnak. Kiolvasható az is, hogy a HgO-t rézzel, szénnel, szilíciummal valamint kalciummal lehet redukálni, mert a reakció ΔG értéke negatív.

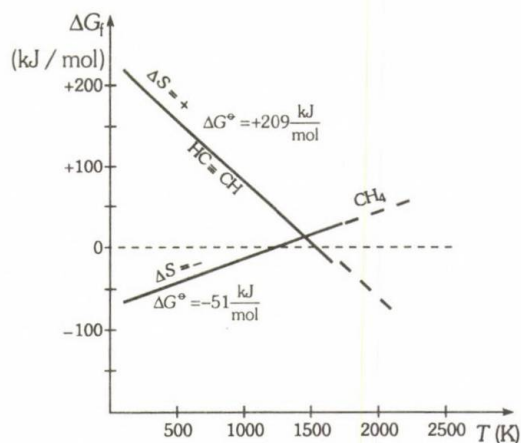


A ΔG értéke pl. a rézzel történő redukció esetén 25 °C-on -69 kJ/mol. Hasonlóan az is látható, hogy mennyire erőlyes redukáló anyag a szilícium és a kalcium, és az is, hogy elég magas, pl. 2400 K fölötti hőmérsékleteken a szén-monoxiddá oxidálódó szén a legjobb redukáló szer a bemutatott anyagok között.

Érdekes a metán és acetilén képződési szabadentalpiája hőmérséklet-függésének összehasonlítása is (8. ábra).

Alacsonyabb hőmérsékleten a metán ΔG_f értéke jóval az acetilén alatt van. A metán energetikailag stabil, míg az acetilén nem. Az egyenes eltérő lefutása miatt azonban kb. 1400 K felett megfordul a helyzet: ekkor mindkét vegyület energetikailag labilis, de ezúttal az acetilén van a metán alatt, vagyis a metán relatíve stabilisabb. Valóban magas hőmérsékleten a metán átalakítható acetilénné, csak arra kell ügyelni, hogy a reakció termékeit nagyon gyorsan kivonjuk a magas hőmérsékletű reakciótérből, hogy ily módon bomlásukat megakadályozzuk. Az acetilén energetikailag szobahőmérsékleten sem stabi-

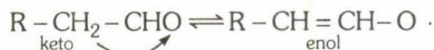
lis, azonban kinetikailag stabilis, azaz bomlása nagyon lassú. Az ipar a magas hőmérsékletet elektromos ívfénnyel, vagy a metán egy részének elégetésével éri el (parciális oxidáció), aztán gyors vízbefecskendezéssel lehűtik a termékeket, s így a metánná visszaalakulást megakadályozzák.



CH₄ és $\begin{smallmatrix} \text{CH} \\ \text{|||} \\ \text{CH} \end{smallmatrix}$ relatív stabilitása
a hőmérséklet függvényében

8. ábra

Szerves kémikusok jól ismerik az enol-keto tautomeriát. Akármilyen bonyolult is az átalakuló molekulák szerkezete, első közelítésben el lehet tekinteni a vegyület változatlanul maradó részeitől, és csak arra kell koncentrálni, ami változik:



Látható, hogy megszűnik egy C-H és egy C=O kötés, ugyanakkor létrejön egy C-O-H szerkezet és egy C=C π -kötés. Ha a táblázatokban található kötési energia értékeket számításba vesszük, kitűnik, hogy az enolizáció entalpiaváltozása +69 kJ/mol $\pm$ 15 kJ/mol. Ez az érték egyensúlyt sejtet. Analóg folyamatokból ítélve tudjuk, hogy mind a π -kötés, mind a C=O-ból CH-OH kialakulása szerény (összesen 0,09 kJ/mol $\cdot$ K) entrópiánövekedéssel

jár. A szabad entalpia változása közelítésben a következőképpen számítható ki:

$$\Delta G^\ominus = \Delta H - T\Delta S^\ominus = +69 - 298 \cdot 0,09 = 42 \pm 10 \text{ (kJ / mol),}$$

ebből

$$\Delta G^\ominus = -2,3RT \log K$$

alapján

$$K = 3,2 \cdot 10^{-8}\text{-nak adódik.}$$

Ez az érték milliomodnyi százalékos enoltartalomnak felel meg, az egyensúlyi elegy tehát gyakorlatilag csak keto formát tartalmaz. A hőfok emelése azonban kedvez az endoterm enolizációnak, és már 80-90 °C-on 2 nagyságrenddel emelkedik a K értéke. Ha a kis mennyiségű enolt tovább alakítjuk, akkor a teljes enolizációt is el lehet érni. (Laboratóriumunkban pl. egy óra alatt 90 % feletti termékkel állítottunk elő 140 °C-on enolacetátot.)

Érdemes megjegyezni, hogy a szóban forgó tautomériákra, mint sok más reakcióra is, a vegyület egyes szerkezeti elemei induktív és rezonanciás hatást gyakorolnak, ezért pontosabb számításokra e módszer azok figyelembevétele nélkül nem alkalmas.

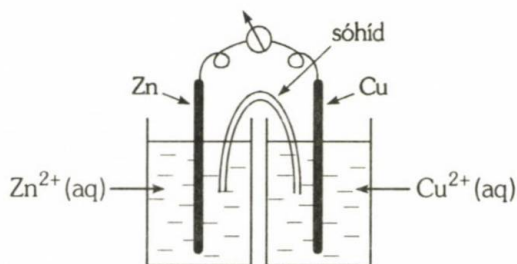
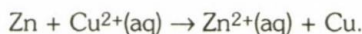
Az egyensúlyoknál a G versus ξ görbe az egyensúlyi összetételre jellemző ξ értéknél minimumot mutat, de csak akkor, ha zárt rendszerben lejátszódó izoterm-izobár folyamatról van szó. Az izolált, izochor folyamatokban ugyanennél az összetételnél az entrópiának maximuma van. A G minimuma és S maximuma egyidejűleg nem állhat fent, mert a paraméter-megszorítások (mint korábban is említettük) különbözők a két szélsőértékre. Azonban még izobár-izoterm folyamatoknál is az egyensúlyi értéknél, ahol G -nek minimuma van, az entrópiaérték ha nem is maximális, de magas.

Hasznos munka

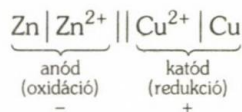
A hasznos munka ismerete azért is fontos, mert a reakciók abba az irányba játszódnak le, amerre a hasznos munka a legnagyobb. Hasznos munka alatt a kémiai reakciókat kísérő energiaváltozásnak azt a részét értjük, amely

munkává alakítható. Ebben az értékesíthető munkában nincs benne a $p\Delta V$, mert ez arra fordítódik, hogy a rendszer kiterjedjen. Az, hogy csak *hőt*, vagy *hőt is és munkát is* tudnak egy reakcióból kinyerni, az a körülményektől függ.

Hasonlítsuk össze a cinkpor és a réz (II)-szulfát vizes oldatának egymásra hatását (főzőpohárban gyorsan és jelentős hőfejlődés közepette, önként lejátszódik) a Daniell-cellában lejátszódó folyamatokhoz teljesen hasonlóan:



vagy röviden:



A Daniell-féle galvánelemben az elektródok között mért elektromotoros erő megközelíti azt a feszültségértéket, amelyet a standard (1 mólos, 25 °C) elektródpotenciálokból számolunk, ha a hidrogénelektrodot önkényesen zéró viszonyítási alapnak vesszük. A kapott feszültségkülönbségből a szabad entalpia kiszámítható:

$$\Delta G^\ominus = nFE^0,$$

ahol n a redox reakcióban résztvevő elektronok száma mólokban, F a Faraday-féle állandó, vagyis egy mólnyi elektron töltése (96 500 C) és E^0 a cella potenciálkülönbsége, amelyet vagy mérünk, vagy a potenciál sorból számolunk. Látható, hogy a $\Delta G^\ominus$ előjelét ez a potenciálkülönbség határozza meg ha az utóbbi pozitív, akkor önként végbemenő re-

akcióval van dolgunk, ami egyben a reakció iránya is.

Gyakori, hogy az így kapott ΔG értékeket összehasonlítjuk a képződési hőkből számolt ΔH értékekkel és kiszámítjuk az egyetlen ismeretlen ΔS értékét.

A Daniell-cella és a $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}||\text{Ag}^{+}|\text{Ag}$ cella adatait összehasonlítva azt találjuk, hogy a Daniell-elemben $+1,1$ V potenciálkülönbség a $\Delta G^\ominus$ értékére $-212,3$ kJ/mol eredményt ad, és $-208,7$ kJ/mol entalpia értéket figyelembe véve az entrópiánövekedés $+0,012$ kJ/mol $\cdot$ K-nek adódik. A cink-ezüst cellában ezzel szemben $+1,56$ V-os potenciálkülönbségből -301 kJ/mol szabad entalpiaváltozás számítható, amelyet a képződési hőkből számított $-306,7$ kJ/mol ΔH értékkel összevetve $-0,019$ kJ/mol $\cdot$ K entrópiacsökkenés számolható. Látható, hogy ha a ΔS értéke pozitív, mint a Daniell-cellában, akkor az abszolút értéket tekintve $\Delta H < \Delta G$; ha negatív, mint a cink-ezüst cellánál, akkor $\Delta G < \Delta H$.

A standard elektródpotenciálok értékeit összevetve eldönthető az, hogy egy-egy reakció a feltételezett irányba lejártszódik-e, és elsősorban az dönthető el, hogy redox folyamatok végbemennek-e. A fenti példákából látjuk, hogy ezüst-ionok képesek a cinket oxidálni, de fordítva az ezüst nem fogja redukálni a cink-ionokat fémcinkké. A modern biokémia redox folyamat nagy számának potenciáljai ismertek, s így példáinkban nem csak elektrokémiai reakciókra kell szorítkoznunk.

4. Stabilitás

Egy vegyület energetikai stabilitására a ΔG_f értéke megbízható felvilágosítást ad. Ha ez az érték negatív, akkor stabilis anyagról van szó. Példaként nézzük meg, melyik a stabilabb: a benzol vagy a ciklohexán?

A ΔG_f értéke benzolnál $+129,7$ kJ/mol, ciklohexánnál $+31,8$ kJ/mol. A benzol hidrogénezése ciklohexánná $-97,9$ kJ/reakció sza-

bad entalpiaváltozás értékkel jellemezhető. Ezekből az adatokból levonható következtetések:

- Mindkét szóban forgó vegyület energetikailag labilis.
- A ciklohexán viszonylagosan stabilisabb, mint a benzol.
- A benzol hidrogénezése ciklohexánná önként végbemenő folyamat.
- A hidrogénezés entrópiája a Gibbs-egyenlet alapján számolva $-0,366$ kJ/mol $\cdot$ K-nek adódik (ugyanis $\Delta H = -205,2$ kJ/mol a képződéshőkből számítva).
- Nem az adatokból, hanem a tapasztalatból tudjuk, hogy kinetikailag mindkét anyag meglehetősen stabil, de az energetikai megfontolások alapján az óvatosság azt kívánja, hogy kerülni kell a példaként felhozott anyagok túlzott melegítését, mert energetikailag labilisak.

Irodalom

- [1] Handbook of Chemistry and Physics. C.R. Press, 1979.
- [2] Book of Data. Nuffield, 1972.
- [3] J.E. Brady-G.E. Humiston: General Chemistry. John Wiley, 1986.
- [4] C.E. Mortimer: Chemistry. Wadsworth, 1986.
- [5] J.J. Thompson: An Introduction to Chemical Energetics. Longman, 1969.
- [6] C.C. Hill-J.S. Hol: Chemistry in Context. Nelson, 1978.
- [7] Széll T.: Összegyűjtött előadások. Jegyzet. UNIS, 1989.

Dr. Kovács István - Fábián Éva - Próder István

A Környezetvédelem történelmi előzményei I.

„Az utcán por, bűz, német szó, piszok.”
(Arany J.: Vojtina Ars poetikája)

Ami a történelmi tudatot illeti, az emberiség leginkább Madách Évjához hasonlítható, aki soha sem emlékszik a korábbi színben történetekre, naiv csodálkozással éli végig a számára örökké új problémákat. Ádám viszont fokozódó rezignációval szemléli az eseményeket, és – álmából ébredve – nem képes feledni Lucifer futurológiai mutatóváltásának végső konzekvenciáját.

1952 decemberében néhány nap alatt mintegy 4000 ember halt meg Londonban heveny légzőszervi megbetegedésekben a „nagy szmogkatasztrófa” idején. A technika fejlődésével járó szennyeződések és más káros következmények hatására úgy eszméltek fel ekkor riadt rémülettel laikusok és szakemberek, mintha valami merőben új jelenség ütötte volna fel a fejét.

Korai „rágalmazók”

Hedig voltaképpen egyetlen újdonságot jegyezhetünk fel: a műszaki szakemberek – eddig a technikai haladás eltökélt szószólói – kezdenek átpártolni a biológiai egyensúly megbomlását aggodalommal szemlélők táborába. Agricola (1494-1555), a reneszánsz nagy bányamérnöke, még így ír a *De Re Metallica* című főművében:

„A rágalmazók legerősebb érve az, hogy a bányászás következtében elpusztulnak a termőföldek és ezért korábban törvények tiltották Olaszországban, hogy bárki feltúrja a földet fémek után keresve és ezáltal megsértve a termékeny mezőket, szőlőket és olajligeteket. Azzal is érvelnek, hogy az erdők és ligetek

pusztulása következik be a bányafa, bányagépesítés és az olvasztás faigénye miatt. És ha az erdőket kivágnák, akkor kipusztulnának a vadállatok és madarak. Továbbá az ércek mosása folytán a felhasznált víz megmérgezné a patakokat és folyókat. Ezért mondják, hogy a bányászat több kárt okoz, mint amennyit a kinyert fém ér.”

Agricola oly becsületes volt, hogy ellenfeleinek érvelését leírta, de cáfolata – mai szemmel olvasva – sután hat.

A középkor

Az emberiség kezdetben nem észlelte, később pedig amikor zavarni kezdte, úgy hessegette el a szennyezést okozó iparosokat, mint a terhessé váló legyeket.

Konstantinápolyban kovácsokat, üvegfúvókat, Athénben ezenkívül a szappanfőzőket az iparukkal járó szag fejlődése és tűzveszély miatt száműzték a város peremére [1].

Eleonóra angol királynő még elmenekült 1257-ben a kovácsok kőszéntüzenek füstje elől, de röviddel utóbb már királyi rendeletek tiltották használatát a londoni mészégetőkben, mert:

„...elviselhetetlen bűzt okoz és az egész szomszédságban elrontja a levegőt”. (1307)

A panaszok azonban folytatódtak és elrendelték az engedetlenek kemencéinek lerombolását [2]. Franciaországban az (elmebeteg) VI. Károly panaszkodott elsőként a Szajna okozta pestises levegő miatt, amit nem csodálhatunk, hiszen a városi csatornában már 1233-ban engedélyezték a len és kender áztatását [3].

A városi zajártalom Horatiustól Arany Jánosig ihlette ingerült strófákra költőinket. Ám egy 14. századi angol ismét az első, aki ipari

gép zaja ellen tiltakozik. Hámor farkkalapácsa miatt „vége az éjszakai nyugalomnak”, megszólaltatja a fűtatók lármáját és így fejezi be verses pamfletjét:

„Tik, tak, hick, hack, ticket, tacket, tyk, tyk.

Lus, lus, lus, das. Hogy az Isten átka verje
Éjjeli álmaink e megrontóit [4].”

(A hangutánzó szavak kitűnően érzékeltetik a kalapács és a fűtató üzemelését.)

Nem csoda, hogy az erdőkben tett károk még korábbiak, mint fenti példáink. Már 1140-ben nehézséget okozott Suger abbénak, hogy a Saint Denis templom építéséhez 10 m hosszú gerendákat találjon. 50 kg vas előállításához 200 kg ércet 25 m³ fa elszenesítése révén lehetett előállítani, s kiszámították, hogy egyetlen szénégető 40 nap alatt egy km-es körzetben pusztította ki a fákat. A mészégetés faszükséglete sem sokban maradt el ettől. Feljegyezték, hogy Wellingtonban évi 500 tölgyfát égettek el 1255-ben.

1274-ben történt, hogy a Norwich-i katedrális építésének faszükségletét az ácsok tenge-rentúlról, Hamburgból szerezték be [5].

Az építőipar pusztításairól göttingai tudósok végeztek számításokat a középkori házak restaurálásakor. Egy átlagos faszerkezetű (Fachwerk) házhoz 1,8 km hosszúságú, átlag 25 cm átmérőjű egyenes törzsre volt szükség. Ez a város egészére legalább 800 km, de inkább 3000 km hosszúságú teljes törzs igényét jelentette: érthető, hogy Göttinga már a 13. században importálni kényszerült építőfát, legalább 60 km távolságból és fokozatosan kőépítkezésre tért át [6]. A windsori kastély építésekor 3944 tölgyet vágtak ki Egy erdő pusztulásáról azt írja 1323-ban egy angol kolostor apátja, hogy azt a 180 év alatt épült szél- és vízimalmok valamint lakóházak építése okozta [7]. A legmegdöbbentőbb adat a francia Douai-ból származik: a szegények nem tudván kifizetni halottaik koporsóját a fa drágasága miatt „kölcsönkoporsókat” használtak, amelyből a ceremónia végén kivetették a hullát a földbe [8].

A leglátványosabb és máig bántó erdő- és ezzel talajpusztulás Dalmáciában következett be. Velencében már a XV. század óta tiltották az erdők irtását, mert iszonyodva figyelték

meg Isztria és más dalmát tartományaik elkarsztosodását. A favágást engedélyhez kö-tötték, de a hajóépítés növekvő igényei fél-resöpörtek minden mértéktartást előíró intéz-kedést; a török háborúk és a távkereskedelem azután betetőzték a katasztrófát.

Persze e téren történtek az első ellenintéz-keések is, bár többnyire a vadászat zavarta-lansága érdekében. A kötelező újraultetés első hírei Itáliából származnak (Montagulato, 13. század) [9], de a nagyüzemi erdőtelepítésről tölgyfa esetében Magyarországról – amiről még szót ejtünk –, fenyőfa esetében Nürn-bergből (1368) van kézzelfogható adatunk [10].

A vízszennyezés a középkori városokban ott vált különösen bántóvá, ahol a város mére-tei és a szennyvizet elvezető folyó méretei nem álltak arányban. Gondoljuk el, hogy egy 1293-ra vonatkozó adat alapján Párizsban évente 188 000 birkát, 30 000 marhát, 20 000 borjút és 30 000 disznót vágtak le, jobbára a Szajna mellett, melybe nemcsak a vér folyt bele, de beledobálták a beleket, patákat és más feleslegesnek minősülő testrészeket. A francia parlament 1368-ban végül egy, a város alatti partszakaszt jelölt ki e célra. Hasonló in-tézkedéssel áttelepítették a cserző vargákat, mert „elrontják a Louvre és a Chatelet lakói-nak ivóvizét”. (1395)

Colchesterben esik panasz első ízben arra, hogy a cserzőlé hatására nemcsak a sörfőzés válik lehetetlenné, de a halak is kipusztulnak (1425). Az angol parlament hozta meg az első – mondjuk ki: sikertelen – antipollució tör-vényt, mely mindenféle hulladék folyóba dobá-lását, utcán hevertetését eltiltja, „mert az a le-vegő nagymértékű elrontását és mérgezését, megszámlálhatatlan betegség és elviselhetetlen járványok keletkezésével” járhat (1388). Hat-száz év telt el azóta.

Újkor

HIrch Ellenbog (1425-99) Von den gifftigen Besen (bösen) Tempffen und Reuchen (Rauchen) der Metal, als Silber, Quecksilber, Bley (Augsburg 1524) című könyve az első, mely tudományos, orvosi

szemszögből elemezte a kohászat és ötvözés során keletkező gázok károsító hatását, bár csupán a munkások egészségét vélte veszélyeztetve. Orvos volt Agricola, a **De re metallica** [11] hírneves szerzője is, könyvének metszetein néhol védőkendő borítja a kemenénél dolgozók arcát [12]. (1. ábra) Szinte minden szakma egészségi károsodását 1700-ban Bernardino Ramazzini: **De morbis artificum diatriba** c. műve foglalta össze először, de ő sem gondolt a műhelyekből és manufaktúrákból távozó füst, por, gáz, folyékony és szilárd hulladék és járulékos melléktermék környezetre gyakorolt hatásával.

Pedig ekkor már meghirdette John Evelyn (1620-1706) angol író a nagy igazságot:

„A levegő egy nagy tál, melyből minden lélegzetvétel alkalmával étkezünk: tisztán kell tartanunk.” Találmányt felterjesztett 1661-ben, melyet füstémésztőnek nevezett. Hosszú ideig voltak azon a véleményen a szakemberek, hogy a füst megszüntetéséhez csak újból el kell azt égetni.

A levegő szennyeződésének második, súlyosabb korszaka a gőzgép bevezetésével vette kezdetét. Az a mondás járta, hogy aki gőzgépet állít fel, annak két bányával kell bírnia: egy vasbányával, hogy az otromba, több emelet magasságú szerkezetet megépíthesse, és szénbányával, hogy üzemben tarthassa. A gőzgépek elszaporodásának nem vetettek ugyan gátat egészségügyi megfontolások, de azért 1819-ben annyi panasz gyülemlt fel, hogy az angol parlament bizottságot nevezett ki a gőzgépek és kohók működésének felülvizsgálatára. 1843-ban már törvényt hoztak a füstgáz okozta levegőszennyeződés korlátozására. 1853-ban újabb törvényt született a rozsaszal tüzelő „fekete füstös” kazánok üzemelőinek megbüntetésére. 1859-ig már 185 angol kapott szabadalmat füstgázmentes tüzelési eljárásra, de a helyzet nem javult.

Lassan kialakult a társadalmi mozgalom is. 1881-ben több népegészségügyi szervezet kiállítást szervezett Londonban a füst okozta károk szemléltetésére. A következő esztendőben létrejött a „National Smoke Abatement Institution”, 1889-ben a „Coal Smoke Abatement Society”. Végül 1912-ben a fejlő-

dés egy nemzetközi kiállítás rendezésében csúcsosodott ki.

Érdekes ebből az időből W. Ramsay kémikus újszerűen ható javaslata. Azt ajánlotta, hogy az erősen füstölő kéményeket le kell fényképezni, és a tulajdonosokat háromszori figyelmeztetés után 50 font büntetéssel sújtani. A központi fűtés általános elterjesztését követelte, mert így könnyebbé válhatott volna képzett fűtők alkalmazása, és az ellenőrzés.

Kár tovább követnünk a londoniak harcát a tiszta levegőért. Nem az 1956. évi „Clean-Air-Act” hozta meg a javulást – ha ilyenről beszélhetünk –, hanem az olajtüzelés térhódítása [13].

Ám ne gondoljuk, hogy a hagyományos környezetszennyezési források szerepe csökkent volna. Olyan városokban, mint Párizs a vágóhidak, a bőrgyártás, enyvkészítés és más üzemek hulladéka állandó panasz tárgya maradt [14]. Németországban a sófőzéshez használt barnaszén már a 17. század óta igazolhatóan mérgezte a szűkebb környezet növényzetét, ahol pedig fát használtak, erdőségek pusztultak ki. (Lüneburger Heide) [15]. A felső-Harz-beli kohászat okozta vegetációs károokra csak a 19. században figyeltek fel [16].

Az ipari füst és por mellett ne feledkezzünk meg a vízrendszert sújtó katasztrofális hatásról. A textil-, papír-, bőrfesték és más vegyi termékeket előállító gyárak szennyvize akadálytalanul ömölhetett a folyóvizekbe, szivárgott a talajvízbe, kutakba. Elrettentésül csak az angliai gypjúipari gócot, Bradfordot hozzuk fel példaként, melyet 1840 tájt egy egészségügyi tanácsos „a kosz, betegség és halál legmocskosabb helyeként, melyet valaha is látott” jellemez [17]. Nem létezett csatornázás, a gyárak használt festékküldő lakosság háztartási szennyével együtt nyílt mederben folyt végig a város főutcáján. Egy korabeli városi alkalmazott szerint „fekete, víznek nem nevezhető fél-folyadék, mely alig mozdul, a belőle bugyborékoló ártalmas gázokat olykor meggyújtották”. Egy német utazó rámutat, hogy a kereken száz kémény által okozott füst ránehezedik a városra, ezért „november-december hónap... állandó a sötétség..., olyan mintha az Északi-sarkon élne az ember” [18].

Érthető, hogy a gépkorszakkal a zajártalom mértéke is fokozódott. J.H. Jung (1746-1817) kameralista a város peremére való száműzését követelte a lármával járó iparoknak [19]. Érdekes, hogy ő bizonyos toleranciát is mutatott „az állandó és egyenletes zaj” tekintetében, meg lehet szokni hámorok, esztergák hangját.

Am a jobb emberek inkább elmenekültek a piszok és zaj elől; mint Alfred Krupp, aki híres Villa Hügel lakhelyét gyáratól tisztes távolban építtette meg [20].

A magyar viszonyok

Érdekes, hogy a környezet kezelésének emlékei hazánkban egy pozitív ténykedéshez kapcsolódó oklevéllel kezdődnek. A Pozsony megyei Karacsfa falu szomszédságában lévő „Arky” nevű erdőről állítják 1262-ben, hogy azt „per manus hominum... de glandibus seminando fuerit procreata” [21]. Persze itt nem biztos, hogy a faszénégetés, hamuzsírfőzés vagy éppen bányászati rablógazdálkodás áldozatául esett erdő pótlásáról van szó.

Am a magyar bányavárosok által a 13. század óta folytatott erdőgazdálkodás egyértelműen amellet szól, hogy a bányai par korán ráébredt környezetének szükséges gondozására [22]. A felvidéki bányák nagy szerszám- és bányafa igénye sokszor tarvágásos üzemmódot követelt és ezt a 15. század óta igazolhatóan módszeres telepítéssel kellett ellensúlyozni [23]. Érdekes, hogy az említett nürnbergi fenyőmagról való ültetés szokása közvetlen transzfer útján jöhetett létre – nevezetesen a Magyar Hallerek közvetítésével [24].

A környezet effektív szennyezése elleni tiltakozás és intézkedés Magyarországon későn és eleinte csak a városokban észlelhető. Kutak tisztántartására, személtérakásra vonatkozóan e rendelkezések a 17. század eleje óta [25].

Azután malmok okozta károkról értesülünk, mint ama debreceni tanácshatározat esetében, midőn a Tócon álló kallót a halászat védelmére 1645-ben megszünteti [25]. Később az üveghuták okozta erdőpusztítás szűrt szemet, hiszen nemcsak az olvasztáshoz használt tüzelőfa, de a nélkülözhetetlen hamuzsír is ha-

talmas mennyiségű nyersanyagot igényelt. Veres L. a szuhahutai (Nógrád m.) és béli (Erdély) üveghuta 18. századi adatait hozza fel: az előbbi évi 40 000 m³, az utóbbi 8000 m³ fát tüzelt el évente; nem csoda, hogy a huták egy része folytonos költözésre kényszerült [27].

A köszén és a gőzgép bevezetése nem zajlott oly dramatikusán, mint Angliában, de kezdettől fogva idegenkedéssel találkozott. Az első működő szénbánya, a soproni Brennberg 1759-ben kezdődő kiaknázása ráfizetéssel 1765-ben zárult, mert a város a szén felét sem tudta értékesíteni [28]. Migazzi Kristóf bécsi érsek nógrádverőcei bányájának szénét ingyen bocsátja 1768-ban a környékbéli kézművesek rendelkezésére, „ezek azonban visszautasítják, mert az annyira 'éretlen', hogy... egyenesen kárt okozott nekik” [29]. A tatai Esterházy-uradalom 1795. évi hirdetményében [30] „Geleuterte (tisztított) Steinkohlen welche kein/en/ Schwefelgeruch haben” 1 Ft 12 Kr-ért, a többi féláron (42-48 krajcár) árulja. Ebből világos, hogy a kén büze volt az averzió egyik legfontosabb tényezője.

Am a gyáripar létrejöttéig nagyobb méretű káros szennyeződésről sem a füst, sem a vízfolyások esetében nem beszélhetünk. Elég azonban a reformkor sporadikus gyáralapításáig várakozni. Már az első két nagyüzem szomszédsága is komoly nézeteltérésekhez vezetett. Álljon itt a Valero Selyemgyár és a közvetlen mellette álló Pesti Hengermalom tervezett új gépgyára (Ganz) miatti cívódás (1846-47), melyet paradigmátikus jellege miatt Viszota Gy. eredeti szövegével közlünk:

„Széchenyi volt az, aki a malom kérésére a nádor és a helytartótanács útján kivitte, hogy a város a malom mellett facsatornát létesített a felesleges víz elvezetése végett. Ez a facsatorna 1845-ben bedült s ekkor a város a nádor utasítására végleges csatornát építtetett. A főcsatorna a malom melletti utcában építtetett s így a malom csatornáj mellécsatorna volt, amely egyúttal Valero gyárának is levezetésül szolgált. A malom ezen a közös csatornán vezette le a gőzt is, s ez elárasztotta Valero házát. Valero 1847. febr. 1-jén panaszt emelt ez ellen s kérte eddigi kárának megtérítését, másrésztől panaszt emelt a füst és köszénpor miatt is s kérte, hogy a gépgyár

ne engedélyeztessék itt. A város részéről küldött bizottság a panaszt megokoltnak találta, s megállapította, hogy a lipótvárosi telkek értéke nagyon alászállott a hengermalom miatt, ezért István helytartóhoz való felírást javasolt, hogy kéressék meg függessze fel a vasöntőre vonatkozó végleges elhatározást addig, míg a város ez ügyben folyamatban levő vizsgálatát be nem fejezte. A bizottság a vizsgálat befejezte után egyenesen azt ajánlotta, hogy itt a város érdekében gyárra ne adjanak engedélyt, sőt a meglevőket is telepítsék a város déli részére. A tanács erre úgy határozott s ezt feliratban István helytartónak is jelentette, hogy kötelezte a malmot, vezesse el a gőzt külön vascsöveken a füst elkerülése miatt pirszénnel fűtsön és magasabb kürtöt használjon.” [31]

Ez időtől fogva a pesti levegővel és csatornázással kapcsolatos panaszok állandósulnak [32], de nehéz eldönteni milyen mértékben tehető felelőssé a lakossági ill. ipari szennyezés [33]. Tény, hogy a lakosság egyre sűrűbben tiltakozik új gyárak létesítése ellen, pl. a környező lakók tömeges aláírásával szólaltak fel a pesti tanácsnál 1852-ben az általa okozott "Gestank" és „pestilenzischer Geruch” emlegetésével [34].

Jóval később ébredt rá a hatósági gépezet, hogy a környezetvédelem egységes, országos rendezése immár elengedhetetlen és törvényes szabályozásra szorul. Csak 1885-ben került teendő alá a magyar vízjogi törvény (XXIII. tc.) melynek 24. §-a így rendelkezik:

„A vizeknek ártalmas anyagokkal való megfertőztetése tilos. Hogy mily intézkedések szükségesek arra nézve, hogy gyárakból, bányákból és más vállalatokból hulladékok és megfertőztetett vizek más vizekbe bebocsáthatók legyenek, az iránt a közegészségügy követelményei és a fennálló használatok tekintetbe vételével a hatóság intézkedik.”

Mondani sem kell, hogy ezek az intézkedések – mint utóbb a levegő tisztaságára és a földbe szivárgó ipari szennyeződés ügyében hozottak – évtizedekig, sőt évszázadig vártak magukra és mindmáig megnyugtató eredményt nem jártak.

Ipari és technológiai fejlődésünk dokumentumainak áttekintése során így felszínre kerülnek olyan megoldásra váró kérdések, műszaki javaslatok, amelyek ma is időszerűek és talán a jövő számára is tanulságosak.

Irodalom

- [1] Kislínger E.: Gewerbe in späten Byzanz in: Handwerk und Sachkultur im Spätmittelalter, Wien, 1988. 110. o.
- [2] Gimpel J.: La révolution industrielle du Moyen Age, Paris, 1975. 85. o.
- [3] Technikgeschichte 56. 1988. 3. sz. 165. o.
- [4] Gimpel J.: La révolution industrielle du Moyen Age, Paris. 1975. 87-88. o. (Idézet G.C. Coultontól)
- [5] U.o.: 79-83. o.
- [6] Schütte S.: Nordwestdeutsche Funde und Befunde zu Metall-, Textil- und Bauhandwerk im Städtischen Bereich in: Handwerk u. Sachkultur im Spätmittelalter, Wien, 1988. 79-80.o.
- [7] Endrei W.: A középkor technikai forradalma, Bp., 1978. 79. o.
- [8] Gimpel J.: La révolution industrielle du Moyen Age, Paris, 1975. 82. o.
- [9] U.o.: 83. o.
- [10] Stromer W.: Die Erfindung der Nadelwalddsaat etc. in Schöpferische Leistung, Nürnberg, 1968. 58-61. o.
- [11] Agricola G.: De re metallica Bp., 1985. Első magyar kiadását az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 1985-ben rendezte sajtó alá.
- [12] Agricola G.: De re metallica, Bp., 1985. 430. o., 432.o.
- [13] Endrei W.: London évszázados harca a füsttel, Műszaki Élet 1984.
- [14] Mercier S.: Tableau de Paris Amsterdam 1782 I. XLIII- XLVI. fej.
- [15] Bild der Wissenschaft 1986/4. 89. o.
- [16] Schroeder-Reuss: Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch und die Oberharzen Hüttenrauchschaden, Berlin, 1883.

- [17] Jowitt T.: A Town Built on Cloth Costume 1989/23. 86.o.
- [18] U.o.: 87. o.
- [19] Lehrbuch der Staats - Polizey Wirtschaft, Leipzig, 1788. 199. o.
- [20] Weber W.: Arbeitssicherheit, Hamburg, 1988.
- [21] Wenzel G.: Codex Diplomaticus Arpadianus continuatus XI. Budapest, 1873. 519-521. o.
- [22] Magyar E.: Feudáliskori erdőgazdálkodás az alsó-magyarországi bányavárosokban (1255-1747) Kandidátusi értekezés 1980.
- [23] Zsigmond király 1426. évi oklevele. Tagányi K.: Magyar Erdészeti Oklevéltár I. Budapest, 1896. No. 86.
- [24] Bayr. Staatsarchiv, Nürnberg Raths Buch Lit. C. 1483. W.V. Stormer szíves közlése
- [25] Tállya (1613) MGTsz VII (1900) 413. o.
- [26] Béres A.: A debreceni cifra szűr, Bp., 1955. 28. o.
- [27] Veres L.: A 17-18. századi magyarországi üvegutak tulajdonosai, bérleti és munkásai, in: Manufaktúrák Magyarországon I., Miskolc, 1989. 65-66. o.
- [28] Bán J.: A brennbergi kőszénbányászat története. Bányászati és Kohászati Lapok, 1936. 4-7. sz. 7-10. o.
- [29] Futó M.: A magyar gyáripár története I. Bp., 1944. 77. o.
- [30] OSzK Quart. germ. 476.
- [31] Vizsota Gy.: Széchenyi és a Pesti Hengermalom. Bp., 1910. 47. o.
- [32] Poroszkay I.: Mint lehetne Pestet jobb levegővel és jobb kutakkal ellátni? Pest, 1853.
- [33] Endrei W.: Pesti levegő. Bp., 1988/10. 10. o.
- [34] Budapest Főváros Levéltára Szépitési Bizottmány. 17035.

Dr. Várnai György

A kísérletező kémiatanítás biztonsági és környezetvédelmi kihatása (Egy készülő tanári kézikönyvről)

Ismét előtérbe került az a régi elv, hogy a kémiatanításnak kísérletekre kell épülnie. Ezt az elvet évtizedek óta alapelvnek tartjuk, de a megvalósulását nem mindig segítették a körülmények. Az utóbbi években túlsúlyba került anyagszerkezeti szemlélet hangsúlyozása mellett idő hiányában hátrányt szenvedett a leíró, a látványos kísérleti kémiatanítás. A jelenlegi reformtervek összhangban a világ kémiaoktatási gondjaival és a változtatásra vonatkozó törekvéseivel, ismét az anyag kísérleti megismerését helyezik előtérbe.

A vegyszerek és a kémiai hatásokon alapuló közhasznú szerek elterjedése szükségszerű-

en megkívánja, hogy az oktatásban is szakszerűen kezeljünk mindent, ami vegyszerekkel kapcsolatos. A tanárok és a diákok a kémiai kísérletek során kerülnek kapcsolatba a vegyszerekkel. A kísérletek végén pedig hulladékként kezelendő anyag képződik. Igaz, hogy egy-egy iskolában, egy-egy kísérlet során lényeges mennyiségű hulladék nem képződik – ezért is volt ez a terület elhanyagolva –, de országos mennyiségben már jelentős lehet. Ezek a tények azért is érdemelnek figyelmet, mert a társadalom gyakran teszi felelőssé a vegyszereket és a kenikáliákat egyes betegségek megjelenése illetve szaporodása miatt.

A nemzetközi kémiaoktatási konferenciák legnagyobb rendezvényein, a bangkoki 12. világtalálkozón és a San Juan-i 13. világtalálkozón kiemelten foglalkoztak az előadók ezzel a témával. A legutóbbi (a 13.) 1994 augusztusában (San Juan, Puerto Rico) adott leginkább ajánlásokat a biztonság- és a környezetvédelem rendszerének alkalmazására és az oktatáson keresztül kialakítható tárgyilagos szemléletre. **A módszer bevezetésének nevelési értéke van!**

A hazai viszonyokra is alkalmazható megoldást Reinhard Demuth német professzor előadása adta (Chemieunterricht ohne Entsorgungsprobleme). A Magyar Kémikusok Egyesülete Oktatási Bizottsága hasznosnak, sőt szükségesnek tartotta egy ilyen tartalmú kézikönyv elkészítését. A nemzetközi szimbólumok felhasználásával szeretnénk feldolgozni a hazai oktatásban megjelenő leggyakoribb kísérleteket. A könyv kéziratának elkészítéséhez szerződést kötött a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémia tanári Szakosztálya és az Észak-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség. Miután a már említett Reinhard Demuth professzor úr hozzájárult az előadásának és könyvének felhasználásához, megkezdődött a kézikönyv kéziratának készítése.

A készülő kézikönyv az alábbi fejezeteket tartalmazza:

- A kísérletek leírásához használható szimbólumok értelmezése és alkalmazása.
- A legfontosabb demonstrációs és tanulókísérletek feldolgozása a biztonsági és környezeti előírások szerint.
- A vegyszereket tároló edényeken alkalmazandó nemzetközi szimbólumok.
- A kísérleteknél keletkező anyagok („hulladékok”) kezelése.
- Az iskolákra is vonatkozó rendeletek (méregkezelés, hulladékkezelés stb.) ismertetése.

A kézikönyv legjellemzőbb képét a kísérletek leírását bevezető szimbólumok adják. A kísérletek megvalósításához 10 négyzetben elhelyezett rajz ad tájékoztatást, ajánlást, utasítást.

Az első négyzet mindig azt jelzi, hogy a kísérlet *adható-e tanuló kezébe* **T** vagy *nem* **X**.

A következő három négyzetben a *veszélyességre* vonatkozó jelzések találhatók:



erősen mérgező (very Toxic)



mérgező (Toxic)



közepesen mérgező (Noxious)



savas, maró (Corrosif)



ingerlő (Irritating)



erősen tűzveszélyes (Flammable)



közepesen tűzveszélyes (Flammable)



tűzveszélyes



robbanásveszélyes (Explosiv)



égést fokozó (Oxidizing)

A további három négyzet a munkavégzés körülményeire, a *munkavédelemre* ad utasítást:



gázfűlke alkalmazása szükséges



védőszemüveg használata szükséges



védőkesztyű szükséges

Ezenkívül egyéb fontos utasítás ill. figyelmeztetés is adható.

Az utolsó három négyzet a hulladék kezelésére ad tanácsot:



a végtermék visszaalakítható a kiindulási anyagra



csatornába önthető



a szemétkosárba dobható

Ezekben a négyzetekben is lehetnek egyéb utasítások, mint például az, hogy semlegesítés után kiönthető **N** (Neutralisation).

Az egységes jelölési rendszernek a vegyszereket tároló edényeken is meg kell jelenni. Ezek egyrészt a veszélyességre utaló, a fenti-

ekben bemutatott szimbólumokat tartalmazzák a megfelelő betűjellel, másrészt kódszámokat. A kódszámok egy táblázat segítségével értelmezhetők, megtudhatja a tanár a veszélyesség részleteit, a felhasználás biztonságos kivitelezését és hogy az adott vegyszer alkalmazható-e tanulói kísérletekhez.

A kézikönyv alkalmazásával kialakulhat egy biztonságos kísérletező rendszer, amelynek első sorban a nevelésben, a személyiség kialakításában van jelentősége, de nem elhanyagolható a biztonság és a hulladékkezelés sem. A tanári példamutatás a szabályok betartásában és a feliratozás, a rajzos eligazítás következetes ismertetése kialakít egy természetes viselkedést a vegyi anyagokkal történő munkálatokhoz. Megerősödik a tanulóknál az az érzés, hogy a kemikáliáktól nem kell félni, hanem a tulajdonságokat megismerve biztonságosan lehet alkalmazni azokat. Ez a tárgyilagos értékelés a tanulók közvetítésével eljut a felnőttekhez is, és kedvezően alakítja a társadalmi értékelést korunk kemizációjában.

A kézikönyv megjelenése 1995 első nyelvévében várható és a megjelenésével egy időben megvásárolható lesz a szükséges szimbólum-sorozat is.

További tájékoztatás kérhető az alábbi címen: dr. Várnai György

9021 Győr, Munkácsy u.5. Tel. 96-322-361.



KITEKINTŐ

Galbács Gábor

A belga középiskolákról, különös tekintettel a gimnáziumokra

I. A középiskolák mint intézmények

Belgiumban a diákok a hatéves általános (alap) iskola után négy középiskolai típusban tanulhatnak tovább: gimnáziumban, művészeti középiskolában, technikumban vagy szakmunkásképzőben. Ezen iskolák mindegyikében, a megfelelő magyar intézményekhez hasonló formában és tartalommal, a képzés hat évig tart. A fiatalok számára a törvény 18 éves korig ír elő kötelező jellegű iskoláztatást, de mivel a szakmunkásképzőkben sokszor már 16 éves kortól munkába állnak a fiatalok, hogy a leendő munkahelyükön szerezzék meg szakmai tapasztalataikat, őket a törvény az utolsó két év során heti egy nap iskolai oktatáson való részvételre kötelezi.

Az iskolák fenntartói szerint is négy típust találunk az országban: egyházi (szinte kizárólag a katolikus egyház a fenntartó), közösségi (az adott város tartja fent), állami és magániskolák léteznek. Egy, az 1989/90-es tanévre vonatkozó statisztika szerint a középiskolás diákok iskolatípusonkénti megoszlása rendre a következő: 331 016 fő, 25 123 fő, 76 318 fő

14 649 fő, amely az egyházi iskolák mintegy 74 %-os részvételi arányát mutatja! Mivel a nemzeti tanterv minden iskolatípusban egyformán követendő, így a természettudományos oktatás tekintetében nem sok különbséget találunk az iskolák fenntartóit tekintve. A különbség elsősorban abban áll, hogy a magániskolákban fizetni kell az ott tanulóknak (mégpedig meglehetősen sokat, így oda csak a leggazdagabbak gyerekei járnak), míg a többi helyen az oktatás ingyenes.

II. A diákok jogai, kötelezettségei és lehetőségei

Tekintettel arra, hogy az általános iskola végén, 12 éves korban kell a diákoknak eldönteniük, hogy milyen középiskolában tanulnak tovább, szinte természetes, hogy jobbra a szülők döntenek helyettük. A gimnázium negyedik osztályától kezdődően azonban mindenki specializálódik, így a diákok az iskola utolsó három évében idegen nyelvekkel, szaktárgyakkal, informatikával, filozófiával stb. foglalkozhatnak behatóbban, amit ők az oktatás „irányának” neveznek. A diákok heti 30-

32 ötvenperces órából álló órarendje fél kilenctől – egyórás ebédszünettel – akár fél ötig is eltarthat. Három idegen nyelv mindenkinek

kötelező: francia, angol és német. Példaként egy ötödik osztályos, modern nyelvek iránt érdeklődő diák órarendjét mellékelem.

	HÉTFŐ	KEDD	SZERDA	CSÜTÖRTÖK	PÉNTEK
8:25	Holland nyelv	Holland nyelv	Földrajz	Tanuló/Mise	Hittan
9:15	Német nyelv	Testnevelés	Angol nyelv	Történelem	Angol nyelv
10:05					
10:20	Hittan	Matematika	Francia nyelv	Informatika	Gazdaságtan
11:10	Fizika	Német nyelv	Francia nyelv	Tanuló	Informatika
12:00					
13:10	Testnevelés	Kémia		Kommunikáció	Biológia
14:00	Angol nyelv	Holland kifejezőkészség		Tanuló	Matematika
14:50					
15:05	Tanuló	Francia nyelv		Holland nyelv	Német nyelv
15:55	Történelem	Művészi kifejezőkészség		Gazdaságtan	Francia nyelv
16:45					

Az iskolák többnyire kollégiummal és kis könyvtárral is rendelkeznek, menza már nem mindegyikükben található. Mindezen „juttatások” mellett a diákok kedvezményekben részesülnek menetjegyek, múzeumi vagy mozibélpők vásárlásánál, kulturális rendezvényeken. Karácsony táján két hét, ősszel és tavasszal egy-egy hét, húsvétkor pedig két hét iskolai szünet jár a nyári kb. két hónap mellett. Az iskola csak elvétele szervez kirándulásokat, de minden osztály minden évben legalább egy napra elmegy valahova kirándulni. Az iskola felsőbb évfolyamain már inkább az egyhetes osztálykirándulások a gyakoribbak, többnyire a környező országok fővárosaiba: Londonba, Párizsba, Rómába, Berlinbe stb.

A diákok nemek szerinti megoszlása 1989/90-ben a következő volt: 49 % lány és 51 % fiú. Az összes középiskolás diák kb. 70 %-a tanul tovább valamilyen felsőoktatási intézményben, ahol ugyan nincs felvételi, de van tandíj (1992-ben kb. 16 000 BF félévre) és már az első vizsgaidőszakban nagyon sokan kihullanak (a hallgatók kb. 50 %-a). A továbbtanulásra az is ösztönöz, hogy gimnáziumi végzettséggel nagyon nehéz elhelyezkedni.

A középiskolások életkorával kapcsolatos korhatárok a 16. év (filmek, alkoholfogyasztás, éjszakai szórakozóhelyek stb.) és a 18. év (jogosítvány és büntetőjogi felelősség). Az iskolákban a gyakori hiányzások mellett egyre sűrűbbek az erőszakos cselekmények (elsősorban

lopások, vandalizmus), sőt a kábítószerekkel kapcsolatos problémák. Megemlítem, hogy ugyan az egyszerűbb kábítószerekhez (újabbban tabletták formájában) rosszabb hírű diszkókban is hozzájuthatnak a diákok kéz alatt, azért a helyzet korántsem olyan súlyos, mint Hollandiában, ahol mindenki legálisan rendelkezhet néhány tized gramm droggal.

III. Az oktatás és módszerei

Írható az oktatás keretei, céljai, szerkezete stb. nagyon hasonlóak az itthoni rendszerhez, módszerei azonban eltérőek. Különbőség, hogy az órákon soha sincs szóbeli feleltetés, ehelyett a diákok írásban vizsgáznak, az első három évben csak évente egyszer, az utolsó három évben pedig évente háromszor, minden tantárgyból. Ezek az írásbeli vizsgák szinte kivétel nélkül tesztek, zömében feleletválasztósak, ritkán bonyolultabbak. Az is érdekes, hogy még természettudományi tantárgyak esetében is ritka, hogy a diákok házi feladatot kapnak. Ha mégis, akkor azok legtöbbször megválaszolandó kérdésekből állnak.

Az itthoni gyakorlattól a tanórák felépítése is némiképp eltér. Az órákon nincs feleltetés, így azok egy rövid közös ismétlés után rögtön az új anyag feldolgozásával kezdődhetnek. A számolási feladatokat mindig közösen oldják meg. Mivel házi feladat általában nincs, ezért a tanórák az új anyag rövid összefoglalásával zárulnak.

A hittan rendszerint heti két órával szerepel az órarendben, amely óraszám természetesen nagyobb lehet az egyházi iskolákban. Az életviteli neveléshez kapcsolódik az a figyelemre méltó szokás is, hogy a felsőbb évfolyamokon az osztályok egy-egy tanár vezetésével

minden évben két-három napot egy kolostorban töltenek szerzetesekkel, papnövédekkel való társalgással. A beszélgetések során hittani, társadalmi, szociális, filozófiai kérdések mellett mindarról szó esik, ami a gyerekeket foglalkoztatja.

A tanórákon a tanár által kijelölt tankönyvből tanulnak a diákok; így a tanítási módszer, valamint a tanórák tartalma tanárról tanárra változik (a tantervi minimumot figyelembe véve). A tanárok a tanításhoz diákat, videofilmeket, szemléltető ábrákat, táblaképeket és persze – amilyen gyakran csak lehet –, bemutató kísérleteket használnak a megértés segítésére. A kémiára szakosodott diákok órarendjében kis óraszámú, de laboratóriumi gyakorlatok is szerepelnek. Az is jellemző, hogy a kémia tananyag nem tagolódik annyira, mint nálunk, hanem lényegében egy szerves és egy szervetlen részre bontható.

A tehetséges tanulók foglalkoztatására csak a matematikai, kémiai, fizikai diákolimpiák szolgálnak; más módon (szakkör, nagyobb óraszám stb.) általában nem folyik tehetséggondozás. Erre az is lehet részben a magyarázat, hogy az osztályok létszáma mindössze 20-25 fő (azonos fakultációjú diákok), így nagyobb figyelem juthat egy-egy tanulóra, mint a mi zsúfoltabb osztályainkban.

A feleltetések és „röpdolgozatok” hiánya miatt a kevésbé ambíciózus illetve rossz tanulók kontrollálása is nehezebb. Az ilyen diákok „serkentése” csak a rossz jegyek vagy a szülőknek írt üzenetek révén szokás. A leg súlyosabb rendbontások esetében az iskola igazgatója kizárhatja a gyereket az iskolalátogatásból. Fizikai erőszak használata a tanár-

nak tilos, alkalmazása a tanár állásának megszüntetésére is okot adhat.

Az iskolai osztályzatok sokféle típusa használatos; van olyan iskola, ahol A/B/C/D... kategóriákat használnak, van ahol százalékokban fejezik ki a tanulók teljesítményét, néhol még az egytől ötig terjedő számskálát is alkalmazták. Az év végi jegyek kizárólag az írásbeli vizsgák jegyeiből tevődnek össze. A gimnáziumot semmiféle érettségiszerű vizsga nem zárja le, a diákok egyszerűen bizonyítványt kapnak az iskola elvégzéséről.

IV. A középiskolai tanárok munkakörülményei

A középiskolai tanárok főiskolai (normal school) végzettséggel rendelkeznek. Ezekben az intézményekben a szakosodás a következőképpen zajlik. Először egy fő tantárgyat kell választaniuk (matematika, idegen nyelvek stb.) majd egy ehhez illeszkedő második tárgyat (pl. matematikához fizikát vagy biológiát). A harmadik tantárgy lehet gazdaságtan, földrajz, hittan, kémia, történelem. Az egyes tantárgyaikból nyolc-négy-négy órát hallgatnak a diákok hetente. Kötelező ezen kívül a hittan (heti 2 óra), pszichológia (5 óra), holland nyelv (1-2 óra), számítástechnika (1 óra). A főiskola utolsó éveiben kerül sor az iskolai gyakorlatokra (második évben: 5 hét, harmadik évben: 17 hét). A végzéskor kapott diploma a hallgató teljesítménye szerint minősített (három fokozat).

Főiskolai diploma birtokában indulnak tehát állást keresni a tanárok. Az, hogy milyen könnyen kapnak állást, az elsősorban a szak-

tárgyaiktól és sokkal kisebb mértékben a nemüktől függ. Mivel Belgium nagyon kis ország (területe harmada sincs Magyarországnak), így megszokott dolog, hogy az emberek munkahelye és lakóhelye nem egyezik meg. A két hely közti távolságot minden nap személyautóval teszik meg. A tanárok három vagy négy tantárgyuk közül a diplomájuk minősítése szerinti számú tantárgyat tanítanak (első és második fokozat: 3 vagy 4 tárgy, harmadik fokozat: 1 vagy 2 tárgy) összesen heti 22 órában. Az iskolák tanári karának többsége itt is nő.

A tanárok tulajdonképpen teljes szabadságot kapnak módszereikben és a felhasznált segédanyagok tekintetében. Legtöbbször a saját maguk által írt munkafüzeteket, vázlatos tankönyveket, vagy az elérhetőek közül általuk kiválasztott könyveket használják az oktatáshoz. Az osztályfőnöki munka errefelé is az adminisztrációból és az osztálybeli problémákkal való foglalkozásból áll.

A tanárok kezdő fizetése kb. 48 000 BF havonta (az első három évben), aztán kétévenként emelkedik. Viszonyításképpen a társadalom többi rétegének keresete (1992-es közelítő adatok): gyári munkások kb. 30 000 BF, doktoranduszi ösztöndíj kb. 32 000 BF, professzorok 60-80 000 BF, nagyobb cégek igazgatói 100-200 000 BF. A felsőfokú végzettségűek munkanélküli segélye 12 000 BF, kötelező minimális fizetésük kb. 40 000 BF. A megélhetés költségei pedig olyanok, hogy a segélyből olyan életszínvonalon lehet(ne) megélni, mint amilyet nálunk kb. egy 15-20 000 forintos fizetés biztosít. Azt mondják, a munkanélküliek többsége a szellemi foglalkozásuk közül kerül ki.

KÖNYVISMERETÉS

Fürstné dr. Kólyi Erzsébet

Videokazetták az alapfokú kémiatanításhoz

A már többféle iskolatípusban, különböző tankönyvekből taníthatjuk a kémia alapjait. Ezért az ELTE szakmódszertanosaik és oktatástechnológusai két olyan videokazettát készítettek, amely nem követi egy tanterv vagy tankönyv felépítését sem, hanem a házépítéshez hasonlóan az alaptól, azaz az elemi részekről jut el az elemeken, vegyületeken át az élő anyagig.

A külön-külön 60 perc hosszúságú kazetták 50 szépen, szuper közeliben fényképezett, a technika segítségével lelassított vagy felgyorsított látványos kísérletet, 30 szemléletes trükkrajzot tartalmaznak, továbbá számos gyakorlati példával, filmrészlettel illusztrálják a kémia szerepét mindennapi életünkben. A

kazettákhoz mellékelt kísérőfüzetben a tartalom részletes leírása olvasható, így mód van arra, hogy a tanár kiválassza azt a néhány percnyi részletet, amivel az adott anyagot színesebbé, életszerűbbé teheti. A legkülönbözőbb didaktikai funkciókhoz (motiválás, magyarázat, rögzítés, ismétlés stb.) találunk alkalmas képsorokat. Természetesen hangsúlyozni kell, hogy nem az élőben bemutatott vagy elvégzett kísérletek helyett, hanem azok *kiegészítéseként, ismételt felelevenítéseként* ajánljuk ezeket a videoszalagon rögzített kísérleteket. Céltudatos felhasználásukkal érdekesebbé és ezáltal eredményesebbé tehetjük óráinkat, esetleg szakköri foglalkozásainkat.

Klaus Weissermel és Hans-Jürgen Arpe:

Ipari szerves kémia

A Verlag Chemie kiadásában 1993-ban megjelent „Industrial Organic Chemistry” (2. kiadás) fordításaként immár nyolcadik nyelven, magyarul is olvasható Weissermel és Arpe professzorok – a Illoecht cég ipari és oktatási tapasztalatokkal rendelkező vezető kutatói – nemzetközi sikereket arató munkája, az „Ipari szerves kémia”.

E könyv a maga nemében páratlan, hazai viszonylatban régi hiányt pótol és az olvasók széles köréhez szól. A kémiát tanuló hallgatóknak betekintést nyújt a korszerű alapanyagok és intermedierek kémiájába és az előállításhoz alkalmazott eljárások fejlesztésébe. A szerves kémiát oktató tanárokat más forrásból nehezen vagy egyáltalán nem hozzáférhető friss információk gazdag tárházával látja el a napjainkban alkalmazott gyakorlati szintézisekről, a nyersanyagbázis és az eljárások változá-

sairól, az ezzel kapcsolatos fejlesztési tevékenységekről, az ipari szerves kémia legújabb területeiről.

A könyv fejezetei didaktikusan, komplex módon tárgyalják az egyes témaköröket, ezeken belül a gyakorlatban alkalmazott reakcióutakat és technológiai megoldásokat, azok problémáit és megoldásuk lehetőségeit, továbbá az ezzel kapcsolatos kutatási és fejlesztési feladatokat, pl. a környezetvédelmi szempontok figyelembe vételét.

A tömör mondanivaló megértését és a tanulást megkönnyíti a könyv szerkesztése: a szöveg melletti széljegyzetek, a kihajtható termékcsalád-fák és folyamatvázlatok.

A könyv megjelenését az Eötvös Loránd Tudományegyetem kezdeményezte. A fordítás Zsádon Béla egyetemi tanár (Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kémiai Technológiai Tan-szék) munkája.

A cartoon illustration of a boy with dark, spiky hair, wearing a white shirt with a bow tie. He is holding a lit matchstick in his right hand, with a small flame and smoke. He is looking at the match with a surprised or excited expression. In front of him on a surface is an open book and a small, simple wooden structure that looks like a house or a box. The entire scene is enclosed in a rounded rectangular frame.

A 2. forduló feladatainak megoldása

- | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | | | | G | I | P | S | Z | | | | |
| 2. | | | | | M | É | S | Z | K | Ö | | |
| 3. | V | Á | L | A | S | Z | T | Ó | V | Í | Z | |
| 4. | | | | | S | Z | I | K | S | Ó | | |
| 5. | | | | | K | Ö | S | Ó | | | | |
| 6. | | | | | S | Z | Ó | D | A | V | Í | Z |

- A szmog szó az angol smoke (füst) és a fog (köd) szavakból keletkezett, így jelentése füstköd. A köd és a füst igen apró ($0,01-100 \mu\text{m}$ átmérőjű), valamilyen gázban finoman elosztatott részecskéket tartalmazó anyag. A ködben folyadékcseppecskék, a füstben apró szilárd szemcsék találhatók.

A szmog a levegőben füst és köd kölcsönhatásakor létrejövő, igen stabil anyagi rendszer (aeroszol). Ha nagy területeken a légszennyező anyagok (nitrogén-oxidok, szén-monoxid, szénhidrogének, ózon, kén-dioxid, korom stb.) jelentős mértékben huzamosabb időn át felhalmozódnak, szmog keletkezhet. A kialakulásában jelentős szerepet játszanak a meteorológiai körülmények (pl. szélcsend, szélirány) és a domborzati tényezők (pl. völgy, medence). A szmognak közismert az egészségkárosító hatása. Különösen érzékenyen reagálnak rá a csecsemők, időskorúak, a légzőszervi és keringési betegségekből szenvedők. A szmog a következő tüneteket idézheti elő: fejfájás, nehéz légzés, köhögési rohamok, rosszullét stb. Jelentősen csökkenne a szmogveszély, ha minden ember tisztában lenne a légszennyezés hatásaival és aktívan közreműködne a csökkentésében. Az üzemeket a füstgáz tisztítására és a lehetőség szerinti felhasználására kellene ösztönözni ill. kötelezni. A közlekedésben csak az elengedhetetlenül szükséges („Gyalogolni jó” – de csak tiszta levegőben) és a környezetet kevésbé károsító járműveket kell rendszeresíteni (kerékpár, villamos, trolibusz, katalizátoros autók stb.)

3. Két, a háztartásban előforduló fehér színű, por alakú, kristályos anyagot összekeverünk. Ekor változást nem tapasztalunk. Ha a porkeverékhez kevés vizet öntünk, akkor az erősen pezsegni kezd. Milyen anyagokat keverhettünk össze? Válaszod kísérletekkel is ellenőrizd, s ezekről számolj be!

Egy lehetséges megoldás:

a két, egymással csak vizes oldatban reagáló anyag kölcsönhatásában egy gáz keletkezik. Gondolhatunk a sütemények lazítására használt anyagokra, melyek gázfejlődéssel teszik lyukacsossá azt.

Pl.: szódabikarbóna (nátrium-hidrogén karbonát)

sütőpor (szódabikarbóna és borkősav keveréke)

szalalkáli (ammónium-hidrogén-karbonát és ammónium-karbonát keveréke).

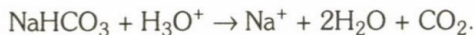
Ezekből az anyagokból hevítéskor vagy savval reagálva szén-dioxid fejlődik.

Feladatunknak megfelelően egy szilárd halmazállapotú savat kell keresnünk:

pl. citrompótló, borkősav, C-vitamin (aszcorbinsav).

Magyarázat:

a szén-dioxid fejlődése a sav vizes oldatában jelenlevő oxónium-ionok hatására megy végbe:



4. A tej, a sör, a bor tartósításának egyik módját egy tudósról nevezték el, aki 100 éve halt meg.

Kinek a nevéhez fűződik ez az eljárás?

Röviden ismertesd életútját!

Mi a fent említett tartósítási mód lényege?

A tartósítási eljárást pasztörözésnek vagy pasztörizálásnak nevezik Pasteur francia kémikus és bakteriológus tiszteletére.

Louis Pasteur (1822. december 27. Dole - 1895. szeptember 28. Chateau Villeneuve l'Étang) ma is nagy tisztelettel emlegetett tudósa volt Franciaországnak.

1843-1846. A párizsi École Normale diákja. Itt ébredt benne élénk érdeklődés a kémia, különösen a kristálytan iránt.

1846-1848. Doktori vizsgájára készül az École Normale-ban. Felfedezte, hogy a borkősav-oldat különleges hatással van a polarizált fényre.

1848. Fizikatanári kinevezést kap Dijon-ban.

1849-1854. Kémiaprofesszor Strasbourghban, ahol tovább vizsgálja a borkősav és a hozzá hasonló vegyületek tulajdonságait.

1854-1857. A lille-i egyetem természettudományi karának dékánja és kémiaprofesszora, ahol az erjedési folyamatokat és a tej savanyodását vizsgálja. Bebizonyította, hogy a baktériumok kívülről behatolva, maguk indítják el e folyamatokat, s a különböző fajú baktériumok idézik elő. Ezzel elkezdődött egy új tudományág, a bakteriológia a mikrobiológia kialakulása.

1857-1867. A tudományos kutatások igazgatója a párizsi École Normale-on. Ecet és borvizsgálatokat végzett.

1862. Beválasztják a Tudományos Akadémiába.

1865. Megállapította, hogy baktériumok viszonylag alacsony hőmérsékleten elpusztulnak. Az ecetesedés megakadályozására bevezeti a bor hevítését (a pasztörözést), amelyet később a tejre is alkalmaznak.

1867-1874. A párizsi Sorbonne kémiaprofesszora. A selyemhernyók betegségeit vizsgálja.

1867-1888. Az École Normale fiziológiai kutatásainak kémiai laboratóriumát igazgatja.

1871-76. A sörfőzést vizsgálja, s munkája eredményéről könyvet jelentet meg.

1877-1895. A fertőző betegségeket kutatja, s felfedezte, hogy a baktériumok külső hatásra történő megváltoztatása csökkenti kórokozó képességüket, és ugyanakkor védekező folyamatokat indítanak el a szervezetben.

Kutatásai során kidolgozta az immunitás kémiai elméletét, a tyúkkolera, a lépfene, majd a veszettség elleni védőoltást.

1888-1895. Megalapítja és haláláig maga igazgatja a Pasteur Intézetet Párizsban.

5. Hány g kálium-nitrát válik ki 100 g 60 °C-on telített oldat 20 °C-ra való lehűtésekor?

Hány tömeg%-os lesz a visszamaradt oldat?

Tapasztalunk-e különbséget a lassú vagy gyors hűtés esetén? Mi a magyarázata?

100 g 60 °C-os víz 110 g KNO_3 -t old

100 g 20 °C-os víz 31,6 g KNO_3 -t old

60 °C-on	210 g oldatban	110g KNO_3 oldódik
	100 g oldatban	x KNO_3 oldódik

$$x = \frac{100 \text{ g}}{210 \text{ g}} \cdot 110 \text{ g} = 52,4 \text{ g}$$

Ekkor a 100 g oldatban $100 \text{ g} - 52,4 \text{ g} = 47,6 \text{ g}$ víz van.

20 °C-on	100 g víz	31,6 g KNO_3 oldódik
	47,6 g víz	x KNO_3 oldódik

$$x = \frac{47,6 \text{ g}}{100 \text{ g}} \cdot 31,6 \text{ g} = 15,1 \text{ g}$$

Lehűléskor $52,4 \text{ g} - 15,1 \text{ g} = 37,3 \text{ g}$ KNO_3 válik ki az oldatból.

A visszamaradó oldat tömege: $47,6 \text{ g} + 15,1 \text{ g} = 62,7 \text{ g}$.

Mivel $\frac{15,1 \text{ g}}{62,7 \text{ g}} = 0,24$, így az oldat 24 tömeg%-os.

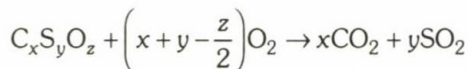
Ha az oldatot gyorsan hűtjük le, sok apró kristály keletkezik, lassú lehűlés esetén kevesebb, de nagyobb méretű kristályok válnak ki az oldatból. Lassú hűtés esetén kevesebb kristálygóc keletkezik mint gyors lehűlés esetén.

6. Melyik az a vegyület, amelynek 2,66g-ját elégetve 1,54g szén-dioxid és 4,48 g kén-dioxid keletkezik?

Nevezd meg a megtalált vegyület egy felhasználási területét!

Ha a vegyület elégetésekor csak CO_2 és SO_2 keletkezik, akkor feltételezhetjük, hogy az csak szénből, kénből és oxigénből épül fel, úgy a képlete $\text{C}_x\text{S}_y\text{O}_z$ formájú lehet.

Égésének egyenlete:



Az égéstermék vizsgálata:

a) széntartalom:

$$\begin{array}{rcl} 44 \text{ g CO}_2\text{-ban} & 12 \text{ g C van} & \\ 1,54 \text{ g CO}_2\text{-ban} & a \text{ C van} & \\ \hline a = \frac{1,54 \text{ g}}{44 \text{ g}} \cdot 12 \text{ g} = 0,42 \text{ g} \end{array}$$

b) kéntartalom:

$$\begin{array}{rcl} 64 \text{ g SO}_2\text{-ban} & 32 \text{ g S van} & \\ 4,48 \text{ g SO}_2\text{-ban} & b \text{ S van} & \\ \hline b = \frac{4,48 \text{ g}}{64 \text{ g}} \cdot 32 \text{ g} = 2,24 \text{ g} \end{array}$$

c) oxigéntartalom:

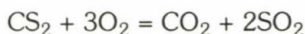
$$0,42 \text{ g} + 2,24 \text{ g} = 2,66 \text{ g}$$

A vegyület S és C tartalmának összege egyenlő az elégetett anyag tömegével, tehát a vegyület oxigént nem tartalmaz, így a feltételezett képlete: C_xS_y .

A részecskék aránya:

$$x : y = \frac{0,42 \text{ g}}{12 \text{ g}} : \frac{2,24 \text{ g}}{32 \text{ g}} = 0,035 : 0,07 = 1 : 2$$

A vegyület képlete tehát: CS_2 , neve szén-kéneg vagy szén-diszulfid. Ez a vegyület valóban létezik, éghető folyadék.



Felhasználása:

1. oldószerként (jól oldódik benne a kén, a foszfor, a jód, a bróm, zsírok, olajok, gyanták stb.)
2. műselyemgyártáshoz (segítségével a cellulózból vékony szálak húzhatók)
3. vulkanizáláshoz, a vulkanizálás gyorsítására
4. kártevők irtására (pl. talajfertőtlenítés során), mélyen gyökerező gyomok ellen, a szőlőművelésben a filoxéra (szőlőtetű) ellen.

Könyvajánlat

*Dr. Rózsabegyí Márta -
Dr. Wajand Judit*

Rendszerező kémia mintapéldákkal, feladatokkal

A könyv tartalmában igazodik a középiskolák kémia tananyagának tematikájához. A szerzők logikai rendszerbe foglalják a már megismert tényeket, fogalmakat, összefüggéseket. Előtérben vannak azok az ismeretek, melyek a kémiai számítási feladatok eredményes megoldásához szükségesek. A kötet további gyakorló feladatokat tartalmaz, melyek megoldása után a záró fejezetben lévő megoldókulcs segítségével a tanuló ellenőrizheti, értékelheti teljesítményét. A kiadvány kitűnő alapja a felvételizők önálló, sikeres felkészülésének, hatékony eszköze a középiskolai kémia rendszerezett feldolgozásának.

Megjelent

ára: 396,- Ft

Berkes Lajos

Kémia 15 éveseknek

A tankönyv elsősorban a négyosztályos gimnáziumok első osztálya számára készült. „Átlagos” tanulócsoportok számára, amelyekben nem matematikai tehetségük, természettudományok iránti fokozott érdeklődésük vagy érettségük alapján kiválogatott tanulók ülnek. Ennek a tankönyv-

nek a kipróbálói nem kémia tagozatos tanulók, nem is gyakorló iskolai osztályok, hanem kisvárosi gimnazisták voltak.

A tankönyv szerzője szakít a kémiai ismeretek birtokbavételének hagyományos – a tudomány logikájának megfelelő és az egyetemeken alkalmazott – útjával. Másik fő célja a tantárgy kísérletes jellegének visszaadása. Egy tankönyv, természetesen, nem tud kísérleteket bemutatni, végrehajtatni. De a tananyag zsúfoltságának enyhítésével, az elsajátítandó ismeretek mennyiségének csökkentésével és jobb megválasztásával megteremtheti hozzá az alkalmat.

Megjelenik: 1995. május

TUDÁSSZINTMÉRŐ FELADATLAPOK

FÖLDRAJZ 6., 7., 8. osztály
MAGYAR NYELVTAN 3., 4. o.
FIZIKA 6., 7., 8. o.
BIOLÓGIA 6., 7., 8. o.
IRODALOM 5., 6., 7., 8. o.
KÉMIA 7., 8. o.
**MATEMATIKA 1., 2., 3., 4., 5., 6.,
7., 8. o.**

A tudásszintmérő feladatlapok kereskedelmi forgalomba nem kerülnek, azokat csak iskolai bélyegzővel ellátott megrendelésre szállítjuk.

ára füzetenként: 45,- Ft



A

kémia

TANÍTÁSA

95. MÁJUS

ára: 90,- Ft

III. évf. / 3. szám

TARTALOM

A KÖRNYEZETVÉDELEM TÖRTÉNELMI ELŐZMÉNYEI II.

Dr. Kovács István – Fábián Éva – Próder István
Magyar Vegyészeti Múzeum, Várpalota
A KÍSÉRLETEZÉSEN ALAPULÓ KÉMIAOKTATÁSI KONCEPCIÓ AZ ÁLTALÁNOS ISKOLÁBAN I.

Dr. Erdősi Ferencné
egyetemi adjunktus, JPTE, Pécs
dr. Halblender Anna
tanár, Pécs

FÖLDÖNJÁRÓ KÉMIA, BOTLADOZVA

Dr. Rózsahegyí Márta
egyetemi docens, ELTE, Budapest

KÉMIAI REAKCIÓK GÉLEK BEN

Bodó Jánosné
egyetemi tanársegéd, JPTE, Pécs

EGY ÉRDEKES FÉM: A NIKKEL

Dr. Rózsahegyí Márta
egyetemi docens, ELTE, Budapest
Bereczki Annamária

V. éves kémia-biológia szakos hallgató FICÁNKOLÓ FÉMEK, LÜKTETŐ SZÍVEK

Dr. Wajand Judit
egyetemi docens, ELTE, Budapest
Halász Antónia
középiskolai tanár, Kecskemét

KÉMIAI FEJTÖRŐ

A környezetvédelem iránti érdeklődés hazánkban is társadalmi méretűvé vált. Tanúi lehetünk e területre vonatkozó követelményrendszer rohamos szigorodásának. A termelési tevékenység színvonalának megítélésénél fontos tényezővé lépett elő annak környezeti hatása. (3. oldal)

Fejlesztett a Janus Pannonius Tudományegyetem Kémia Tanszékén 1990-től foglalkozunk azoknak a módszereknek és eszközöknek a kidolgozásával, kifejlesztésével, melyek arra irányulnak, hogy az általános és középiskolában tanuló fiatalok számára vonzóvá, érthetővé,... (16. oldal)

Az energiatípusok egymásba való átalakulásának szép példái az ún. „lüktető szív”-es kísérletek. Már a múlt században több kutató foglalkozott ezzel a témával. Berzelius elektromos áram hatására bekövetkező higany-oszcillációt vizsgált. Runge higanyt, vasat és cinket helyezett... (33. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné

Dr. Soltész György

Kószó Katalin

Péntek Lászlóné

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 312-988,

FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Műszaki szerkesztő:

Vassné Németh Katalin

Tördelő szerk.: Kovács Attila

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 450 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Művelődési és
Közoktatási Minisztérium
támogatásával.

A kémia tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen for-
mában kizárólag a kiadó előze-
tes írásbeli engedélyével tör-
ténhet.

ISSN 1216-7576

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben
Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

A KÖRNYEZETVÉDELEM TÖRTÉNELMI ELŐZMÉNYEI II.

Dr. Kovács István – Fábíán Éva – Próder István
Magyar Vegyészeti Múzeum, Várpalota

A KÍSÉRLETEZÉSEN ALAPULÓ KÉMIAOKTA- TÁSI KONCEPCIÓ AZ ÁLTALÁNOS ISKOLÁ- BAN I.

Dr. Erdősi Ferencné
egyetemi adjunktus, JPTE, Pécs
dr. Halblender Anna
tanár, Pécs

FÖLDÖNJÁRÓ KÉMIA, BOTLADOZVA

Dr. Rózsahegyí Márta
egyetemi docens, ELTE, Budapest

KÉMIAI REAKCIÓK GÉLEKBEN

Bodó Jánosné
egyetemi tanársegéd, JPTE, Pécs

EGY ÉRDEKES FÉM: A NIKKEL

Dr. Rózsahegyí Márta
egyetemi docens, ELTE, Budapest
Bereczki Annamária

V. éves kémia-biológia szakos hallgató

FICÁNKOLÓ FÉMEK, LÜKTETŐ SZÍVEK

Dr. Wajand Judit
egyetemi docens, ELTE, Budapest
Halász Antónia
középiskolai tanár, Kecskemét

KÉMIAI FEJTÖRŐ

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utalunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Kovács István – Fábíán Éva – Próder István

A környezetvédelem történelmi előzményei II.

Kémia, vegyipar

A környezetvédelem iránti érdeklődés hazánkban is társadalmi méretűvé vált. Tanúi lehetünk e területre vonatkozó követelményrendszer rohamos szigorodásának. A termelési tevékenység színvonalának megítélésénél fontos tényezővé lépett elő annak környezeti hatása.

Törvények születtek a környezet védelméről és a veszélyes hulladékok kezeléséről. A témakör tanulmányozásakor felmerült az igény arra is, hogy feltárjuk azokat a történelmi előzményeket, adatokat, amelyek a hazai vegyipar fejlődése során a környezetvédelemmel kapcsolatosak.

A „környezetvédelem” kifejezés napjainkban elfogadott értelmezése lényegében a XX. század második felében vált általánossá és még a tudományos publikációkban is csak a 60-as évek végén vált széles körben használttá. A környezetvédelem fogalmának alaposabb vizsgálata azonban három olyan összetevőt tár fel, amelyek az ember és a természet, az ember és környezete kapcsolatában jóval a XX. század előtt megjelentek.

Ezek az összetevők az alábbiak:

- Az ember törekedett arra, hogy természeti környezetét, az élőlényeket, tárgyakat, a talajt, a levegőt és vizet védje a pusztítás, a károkozás, a szennyezés ellen.
- Védni kívánta a környezetet a természetben lezajló spontán folyamatok következtében beálló károsodás ellen.
- El akarta hárítani azokat a civilizációs ártalmakat, amelyek települési környezetén belül veszélyeztették vagy zavarták.

A fenti tényezők alapján egy történetileg hosszabb fejlődés bontakozik ki előttünk, amely a korai természetvédelem és a kedvező hatású természetátalakítási törekvéseket is magában foglalja.

Ha pedig nem egy-egy területre vonatkozó átfogó tevékenységet, hanem a szórvány jellegű intézkedéseket, mai értelemben műszakinak tekinthető módosításokat vizsgáljuk, akkor időben és térben szinte korlátlanul mehetünk vissza a technikatörténet világába. Mielőtt azonban a kémia, majd a vegyipar néhány kiemelt témakörével foglalkozunk, egy időrendi felsorolást adunk a környezet védelmével kapcsolatos történeti, technikatörténeti adatokról. A felsorolásban együtt jelennek meg a klasszikus természetvédelmi törekvések azokkal az erőfeszítésekkel, amelyek az emberi egészséget, életkörülményeket védik a korai ipari, „a nagyipari”, az urbanizációs és egyéb ártalmakkal szemben.

Környezetvédelemmel kapcsolatos történeti adatok

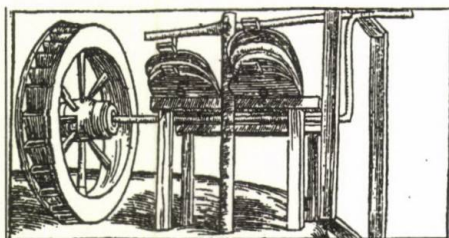
i.sz. 300 körül a rómaiak hazánk területén szőlőket telepítettek. A talajvédelem nyomait már ezeknél a telepítéseknel is megtaláljuk [1].

1342. I. Károly (1308-1342) rendelete szerint a bányavárosokban királyi házakat (domus regalis) építettek, ahol a fémeket megvizsgálták, beolvasztották és beváltották. Az aranyat, ezüstöt mindenki itt váltotta be. A beváltást vizsgálat előzte meg, de ehhez és a beolvasztáshoz felszerelésre, laboratóriumra volt szükség. A laboratórium kőből épült, szellős

helyiség volt, mert a füst a helyiségben terjedt el, valamint ide jutott a desztilláláskor felszabadult gőz is. Bár volt füstelvezető fülkájuk, az akkori „laboratórium” rendkívül egészségtelen volt [2].

14. század A Gölnic folyó mellett lakó német vasgyártó telepesek a vasolvasztókat a folyók és patakok mellé telepítették, és a fűjtatókat már nem emberi vagy állati erővel, hanem a víz erejével hajtották. Később nemcsak a fűvókat, hanem a zúzóműveket és a „boockalapácsokat” is vízkerekkel mozgaták.

A vízi energia felhasználásával növelni lehetett az olvasztók méreteit, amelyek már kezdtek hasonlítani a mai kohókhoz. Az itt végzett munka nehézsége lényegesen csökkenhetett [3,4,5] (1. ábra).



1. ábra

Vízkerékkel hajtott fűjtató

14. század Hazánkban kezdtek először lángkemencéket használni a réz kohósításánál [6]. Ezek nem igényeltek különleges tüzelőanyagot, működésük ellenőrzése és üzemeltetésük könnyebb volt. Gyakran fűjtatók nélkül használták őket.

14. század Magyarország volt ekkor Európa egyik legjelentősebb réztermelő országa. A rézkinyerés egyik jelentős és egyedülálló módját is művelték, amennyiben a felvidéki rézszulfátos bányavizeket vassal bontották el. Ezt a „cementálás”-nak, később „rézejtés”-nek is nevezett eljárást Libavius „Alchemia” című művében ismertette. „A magyar Kárpátokban művelnek egyfajta átalakítást, amelynek a leírása a következőképpen hangzik: A vasat elémészto víz Smolniciánál (Szomolnok vagy

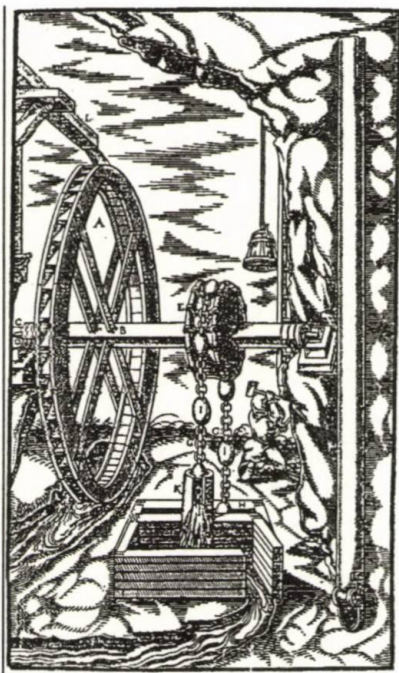
Schmölnitz) van... a hegyekben, ahol egykor érceket bányásztak. A víz felszállítását körben forgó vízkerékkel hajtják végre, amelyet felülről ráfolyó víz forgat. A vízkerék egy láncot, vagy kötelet hajt, amelyre egymás után kitömött bőrlabdákat erősítettek. A kötelet csöveken át vezetik és felfelé mozgásakor történik a víz felszállítása. A kiömlő vizet csatornák fogják fel és a szabadban földbe ásott mélyedésekbe vezetik, ezekbe akár régi, akár új vasdarabokat helyeznek. Kisebb vastárgyak aránylag gyorsan elmaródnak, egy vas lópatkó 24 órán belül elfogy. Nagyobb vasdarabok, de olyan fajták, amelyeket a szomszédos hegyek hutáiban erre a célra állítanak elő, ha ebben a vízben vannak, megmaródnak és egyúttal egy iszapszerű anyag válik le rajtuk, amelytől bizonyos időnként öblítéssel megtisztítják, szabaddá teszik őket. Így a víz ereje a megmaradt vasba hatásosan bejuthat. Amely anyag a vas elfogyása után iszapszerűen visszamarad, az a réz (az itteniek cementnek nevezik). Ezt kemencében egy darabbá olvasztják össze, majd egy másik kemencében tisztítják. A kapott réz minden célra éppúgy alkalmazható, mint amelyet a bányákból kitermelt nyersanyagok adnak. Ezen a helyen nagyszámú bánya található, semmi kétség nincs arról, hogy a víz ezt az erejét az ércerekből meríti...” [7] (2. ábra).

Az idézett részlet az ismert elektrokémiai folyamat sajátos leírását adja, ugyanakkor utal egy korai bányavíz-hasznosítási módra is.

1493. A Szász Érchegeységben a Magyarországról jött Allenpeck testvérek rézolvasztó lángkemencéket állítottak fel és helyeztek üzembe [8]. A korszerűbb kohósítás később széles körben elterjedt, ennek alapján fejlődött ki az ún. „angol módszer” is.

1584. Felülvizsgálták a besztercebányai bányákat és kohókat. A vizsgálat a laboratóriumra is kiterjedt. A bizottság nem volt megelégedve a látottakkal és figyelmeztette a bécsi udvari kamarát, hogy a laboratórium tetőzete rossz, a helyiség télen és esős időben vízgőzzel van telítve, amely a munka menetét hátráltatja, hasznavehetetlenné teszi a mérlegeket. Renoválást javasoltak. A javítást engedélyezték, de kikötötték, hogy sokba nem kerülhet [9].

1596. A körmöcbányai aranyfinomító laboratórium kémikusa Tillisch Jakab volt. Az egészségtelen körülmények között végzett munka, a „gyilkos laboratóriumi levegő” hamar végzett vele [10].



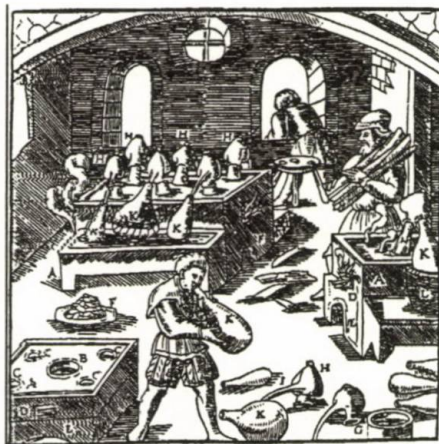
2. ábra

Vízkerékkel hajtott labdás vízemelő gép

(Georgius Agricola: *De re metallica*, 213. o.)

1676. Bécsben már előírásokat is kidolgoztak az „arany és ezüst választó” munkájával kapcsolatban. Az aranykiválasztó kémikus feladata elsősorban a jó és tiszta választóvíz előállítás volt. Ezt a nemesfémkohóhoz tartozó műhelyében készítette. Nyersanyagul rendszerint salétromot és réz-szulfáttal kevert vas-szulfátot használt. A nyersanyagokat kemencébe helyezett vasretortákban hevítette. A vas-szulfát hevítve előbb kén-trioxidot adott, amely a kálium-nitrátból kiűzte a salétromsavat. A bécsi rendelet az arányokat úgy állapította meg, hogy 12 font égetett vitriolra jusson 6 font salétrom, előírta, hogy a retortát mélyen kell a kemencébe helyezni, a desztilláció során jó tömítettséget kell biztosítani, a nyers vitriolt a

választóvíz gyártása előtt gyengén ki kell égetni, nehogy túlságosan híg legyen a sav. A desztillációt tapasztalt mestereknek kell végezni, maga a művelet nem veszedelmes, csak akkor történhet baj, ha tapasztalatlan ifjak végzik az öregek helyett [11] (3. ábra).



3. ábra

Választóvíz készítése

(Georgius Agricola: *De re metallica*, 447. o.)

1710-22. Újbánya aranybányáiban a termelés végveszélybe került, mert az aknákat már-már reménytelenül kezdte elönteni a víz. Előbb lóhajtású vízemelő berendezést helyeztek üzembe, majd vízkerékkel hajtott rudas szivattyút. Ezután az udvari kamara – elsőnek a kontinensen – az Angliában 1712 óta alkalmazott atmoszférikus nyomású tűzgép (gőzgép) bevezetésével kívánta a szivattyúk hajtását megoldani. A tűzgépet Isaac Potter, angol gépész 1722-ben szerelte fel Újbányán az Althandel aknánál [12].

1729. III. Károly dekrétumot bocsátott ki, amelynek 22. cikkelye a vadállomány fennmaradása és gyarapodása érdekében korlátot szabott az emberi beavatkozásnak [13].

1749. Mária Terézia megbízta báró Imhof bányakapitányt, a braunschweigi hercegség titkos tanácsosát, hogy vizsgálja meg a selmeci bányaművek helyzetét. Imhof jelentése szerint elegendő vízi erő hiányában a „tűzgépek” a selmeci bányaműveknél csak „szükséges rosz-

szak" (malum necessarium), mert a gépek nagyon sok fát fogyasztanak. Orvoslásul azt ajánlotta, hogy továbbra is kutassanak a vidéken köszén után. Mária Terézia el is rendelte, hogy a már ismert széntelepeken kívül újabb telepeket kell felkutatni és minden lehető megtenni, hogy ha Hollandiából szénbányászok jönnek, a gépeket fa helyett köszénnel lehessen fűteni. A királyi leirat szerint törekedni kell, hogy a köszénen házi fűtésre, valamint kovács- és lakatosműhelyekben is felhasználják [14].

1768. Jacquin Miklós József a selmecbányai Bányászati Akadémia tanára végzett Magyarországon először köszénleparlási kísérleteket. Kísérletéhez az indítékot egy, a főkamagrófsághoz érkezett ajánlat szolgáltatta, amelyben egy társaság kizárólagos használati jog biztosítása esetén hajlandó volt egy olyan titkos eljárást felfedni, amellyel a szén bűzét el lehet venni és ezzel a szenet különböző célokra használhatóvá lehet tenni. Az ajánlat elbírálására Jacquin irodalmi összeállítást készített a köszének kokszosításáról és maga is leparlási kísérleteket végzett. Szerinte a szénből égéskor kiáramló bűz oka a szénben levő túl nagy mennyiségű kén és földolaj. Így ha a kén teljesen, a földolajat bizonyos mennyiségben kivonjuk, akkor a kérdést megoldottuk. A megoldás módja: a szenet zárt edényben hevíteni, mert ha az nyitott edényben, lánggal ég, úgy égésekor a földolaj is elvész. A kísérleteket két, agyaggal összetapasztott téglában, 100 font szénnel végezte. Egy nyílást azonban hagyott a kátrány felfogására. A kátrány kinyerése azért fontos, írta Jacquin, mert ehhez a módszerhez idegen tüzelőanyag kell, ami megdrágítja az eljárást.

Ezt ellensúlyozza, hogy a kátrányt el lehet adni. Nyolc óra után jöminőségű kokszot szedett ki a téglékből, amely égéskor már nem okozott kellemetlen szagot [14].

1769. Mária Terézia rendtartást adott ki az erdőirtások megakadályozására. A bányák faellátásának biztosításáért, a nagyarányú hamuzsirszükséglet kielégítéséért a 18. században már a földművelés érdekeit meghaladó mértékben irtották az erdőt. Az államhatalom az

oktalan erdőpusztításoknak gátat akart emelni, ugyanakkor ösztönözte a síkvidéki erdőtelepítéseket [15].

1774. A besztercebányai és úrvölgyi réztartalmú bányavizek üledékéből állították elő a magyar természetes hegyizöld festéket (bázisos réz-karbonát). A vizet 12 db leválasztó szekrényen vezették át, így hulladékvizből kereskedelmi terméket nyertek. A szekrényekben összegyűlt festéket összekeverték, megszáritották és Bécsbe szállították, ahol a Bergwerksproducten Verschleiss Commission centnereként (51 kg) 100 forintot fizetett érte [16].

1786. A Selmecbánya melletti Szklenón arany- és ezüstércek aprításánál a porzás csökkentésére nedves őrlést alkalmaztak [17].

1786. A Selmec melletti Szkleno községben először kipróbált, ún. európai amalgamáló eljárás szélesebb körű bevezetése ellen érvként a higanymérgezés lehetősége is felmerült. Ezért az eljárás alkalmazásának hívei felkérték a neves Hoffinger János György selmeci bányakamarai főorvost, adjon munkaegészségügyi véleményt az eljárásról. Véleményében Hoffinger az amalgamozást kevésbé tartotta károsnak az egészségre, mint a korábbi, ólmot felhasználó ún. csurgató eljárást [18]. Az eljárás történetéből az a legfontosabb, hogy a bányász és kohász szakemberek maguk kértek fel orvost az eljárás véleményezésére, mert technológiájuk bevezetéséhez – annak gazdaságosságán kívül – azt is bizonyítaniuk kellett, hogy a munkások egészségére kevésbé ártalmas, mint a régi.

1787. Leithner József az idriai bányák komisszáriusa jó hatásfokú higanytermelést valósított meg. A higany lángkemencék mellé 5-6 db higanyfelfogó kamrát telepített. A kemencéből távozó gőzök a kamrákon át hosszú utat tettek meg, így a higanynak volt ideje cseppfolyósodni. Az első kamrába felül bevezetett fémgőz alul lépett be a második kamrába, majd felül a harmadikba, és így haladt tovább váltakozó belépéssel az ötödikig. Hatodik leválasztó egységként vizes mosótornyot alkalmaztak. A kamrás leválasztással a termelékenységet

nőtt és csökkent az egészségkárosodás veszélye [19, 20].

1794. Szontag János Sámuel kéréssel fordult a helytartótanácsához, hogy „szmalte” festéket gyárthasson. A „szmalte” festéket szervesetlen színezőanyagként használták üveg-olvadékok kékre színezésére. Pörkölt kobaltérc, kvarchomok és hamuszír kihűlt olvadékának porításával állították elő. A kobaltérc, pl. a kobalit (CoAs) és szmaltit (CoAs_2) pörkölésekor felszabaduló arzén-oxid-tartalmú gőzöket mérgező kamrában csapatták le [21].

1796. Az 1700-as évek közepén és végén az ólomcukrot (ólom-acetát) borhamisításra használták. Sok súlyos mérgezés történt ennek következtében. Ezért a helytartótanács Winterl Jakabot megbízta a borok vizsgálatával [22].

1802. Vegyészeti tevékenységhez szakmai vizsgán kellett megfelelnie a vállalkozónak. Horecki Mózes salétromsavgyárat akart alapítani. Hogy szakértelmét bizonyítsa, a helytartótanács rendelkezése szerint vizsgát kellett tennie kémiai ismereteiről Winterl Jakabnál. Winterl ez időben olyan szerepet töltött be, mint később az Országos Vegyikísérleti Állomás. Ha valaki kémiai jellegű tevékenységet akart folytatni, a szakmai elbírálás az ő feladata volt. Halála után ezt a szerepet Kitaibel Pál és Schuster János töltötte be. Winterl a vizsga során technológiai, anyagvizsgálati kérdéseket tett fel, és arról is meg kívánt győződni, hogy a jelölt mennyire van tisztában a biztonságos munka és az értékesítés feltételeivel. A vizsga sikerült és Horecki csak ezután kapta meg a gyárépítési engedélyt [23].

1807. Megjelent az 1807. évi XX. törvénycikk „A futóhomok által okoztatni szokott károk elhárításáról és az általa elöntött területek termővé tételének módjáról” [24].

1810. Megalakult az első hazai vízszabályozó társulat: „Sárvízi Nádor Csatorna Társulat” néven. Célja a mocsaras területek lecsapolási munkáinak, a folyószabályozási feladatok előkészítésének szervezése, tervezése volt. A szabályozatlan felszíni vízfolyások, a sekély tavak, a nagy kiterjedésű mocsarak vize többnyire nem volt alkalmas emberi fogyasztásra, sőt

az egészséget károsította. A vizek közvetítésével terjedtek szét nagy területeken a kórokozó baktériumok, és okoztak járványokat [25].

1816. Az újmassai nagyolvasztóhoz olyan fűvógépet terveztek, amelynek teljesítménye 2500-3000 köbláb/perc volt ($60-85 \text{ m}^3/\text{perc}$). Ez a felülcsapott vízkerékkel hajtott, négyszekrényes (négyköpűs) fűvógép korának legnagyobb gépei közé tartozhatott. Ez időben másutt a fából és bőrből készült kovácsfűjtatók teljesítménye percenként 400-800 köbláb volt, és csak kivételesen érték el az 1200-1400 köbláb teljesítményt. A befűjt levegő mennyisége arra utal, hogy az 1810-13 között épített nagyolvasztónál fokozatos fejlesztést hajtottak végre, annak minden teljesítménynövelő és környezeti hatásával együtt [26].

1837. Gróf Széchenyi István a „Pesti por és sár” c. röpiratában az utak elhanyagolt voltáról és a Rákos-mező városba is bejutó poráról írt. Hangsúlyozta az utak portalanításának jelentőségét és a városon belüli parkosítás, fásítás fontosságát [27].

1840. Kiadták az 1840. évi XVII. törvénycikket, „A gyárak jogviszonyairól”, amely az egyik első ipari vonatkozású törvényünk. Foglalkozik többek között a gyárak létesítésének feltételeivel, az alkalmazottak juttatásaival [28].

1840. Megjelent a vizekről és csatornákról szóló 1840. évi X. törvény, amelynek 14. §-a szerint: „a vizek vagy csatornák ágyaiba szemetet, földet vagy trágyát hordani... 100 Ft, vagy egy hónapi árestom büntetése alatt tiltatik” [24].

1842. Wágner Dániel, az első magyar vegyészdoktor az arzénmérgezés kérdéseivel is foglalkozott. Elsősorban azt kereste, hol fordulhat elő nálunk arzénmérgezés. Megállapította, hogy a felvidéki ércek (ezüst, réz stb.) csaknem mindig kén- vagy arzéntartalmúak, s mint ilyenek, mérgezőek lehetnek. 1842-ben a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók beszercebéányai vándorgyűlésén rendkívül szenvedélyes hangon szólalt fel: „Az emberiség nevében hívom fel tehát önöket uraim, kik „figyelemre méltatják az ember becsét...”,

akadályozzák meg az arzénmérgezések lehetőségét. Úgy tartotta Wágner, hogy azok a körülmények, amelyek között az ércek pörkölése folyik, súlyos veszélyek hordozói, mert: „... E munka...itt Zólyomban s több más helyeken alkalmunk van szemlélni félig nyitott fakunyhókban és rövid kéményű kemenczékben vitétik véghez”. Úgy tartotta, hogy az ércpörkölésnél keletkező arzénessav (az általa is használt nyelvújítási kifejezés szerint: miréleccsav): „Olly test, melly minden életműves lényegre gyakorlott ártalmas hatására nézve valamennyi életműtlen mérgeket felül múl” [29, 30, 31].

1844. Zaretzky József áthelyezte gyufagyártó üzemét telepbővítés és környezeti okokból terézvárosi, Bárány úti házából a Váci útra. A mártógyufa mellett cipőkrémet, viasztermékeket, mécseseket és sok más vegyszeti cikket állított elő [32].

1850. A Pozsony megyei Czajla község területén Tschida Ferenc kénsavgyárat alapított. Itt kezdték meg először hazánkban az ólomkamrás kénsavgyártást, és nyersanyagul itt használtak először kén helyett kénkovandot [32 a].

1855. Pozsonyban felépítették az első hazai világítógáz gyárat, amely új korszakot jelentett a háztartás- és közvilágítás területén. A századfordulóig kiépített gázgyárak hálózata (26 városban 28 gázgyár) a városkép és környezet gyökeres változását hozta magával [33].

1863. A vágóhídon felhalmozódó hulladék (elsősorban a csont) feldolgozására Pesten, a jelenlegi Soroksári u. 140. sz. telken spódiumgyár jött létre. Működését nehezítette a környék lakosságának tiltakozása a bűzös üzem ellen. Bár a nehezen eltüntethető, egészségtelen hulladék feldolgozása fontos volt, a gyár nem sokat törődhetett a közelben élők érdekeivel, mert azok odáig is elmentek, hogy a telepet egyszer felgyújtották [34].

1863. Egészségügyi vizsgálatot rendeltek el a pesti gyufagyárakban, és a feltárt hiányosságok alapján Zaretzky gyufagyárost 100 forintos pénzbüntetésre ítélték. A gyárápület tűzveszélyes volt, a munkahelyek zsúfoltak voltak,

hiányzott a munkaruha, ebédlő, mosdóhelyiség [35].

1863. Cikk jelent meg az Orvosi Hetilapban, amely az alábbiakat jegyzi meg: „A gyárak füstjének fölemésztésére pedig vannak készületek, melyeket célszerűen most is lehetne ugyan alkalmazni, de melyekre okvetlenül szükség lesz akkor, midőn száz meg száz kéményből fog emelkedni Pest felett a sötét gyári füstoszlop, mi hogy úgy legyen, a város és ország finansziái tekintetéből még óhajtani is lehetne” [27, 36].

1872. Az ekkor kiadott ipartörvény (1872. évi VIII. törvény) rendelkezései utalnak az ipari eredetű környezeti ártalmak megelőzésére és elhárítására is. A törvény 8. §-a kimondotta, hogy „ha valamely iparág gyakorlása oly üzlettelepek felállításával jár, melyek fekvésük, vagy az üzlet minéműsége által a szomszéd birtokosokat vagy lakókat avagy egyáltalában a közönséget háborgatják, megkárosíthatják, vagy veszélyeztetik, ily telepek... csak iparhatósági engedély alapján állíthatnak fel” [24].

1874. A budapesti egyetem ekkor létesített Közegészségtani Tanszékén Fodor József orvosprofesszor megkezdte a főváros levegőjének vizsgálatát. Véleménye szerint: „A légkört illető tudományos észlelések körül egészségügyi szempontból a legfontosabbak azok, amelyek a szénsavra, az ammóniákra, az ózonra, a porra, a szervezett testecskékre vonatkoznak; igen fontosak továbbá a légkör hőmérsékletére, nedvességére, súlyára, mozgására, valamint az esőzésekre kiterjedő vizsgálatok is.” A vizsgálatok céljára megfelelő módszereket dolgozott ki. Ilyen jellegű kutatásokat a világon az elsők között szervezett meg, munkássága úttörő jellegű volt és világszerte ismertté vált [27, 37, 38].

1877. A zalatnai királyi fémkohónál, ahol ezüst- és aranytartalmú érceket dolgoztak fel, megkezdtek a kénsavgyártást. Ez a tény gazdasági jelentőségén túl technikatörténeti szempontból is nagyon lényeges, mert környezet-szennyező gázokat kötöttek meg, hasznosítottak, és ebben az időben kezdték el hazánkban először Hauch Antalnak, a kolozsvári Bányá-

igazgatóság vezetőjének javaslatára a kohó-gázok kénsavgyártásra való felhasználását. Ezeket a gázokat eddig nem használták fel, sőt a kohászati üzemekhez szükséges kénsavat máshonnan hozatták. A kéntartalmú ércek pörkölésénél fejlődő kén-dioxid-tartalmú gázt a kemence mellé épített, 80 m³-es szállóporkamrába vezették. A gázok innen a kénsavgyárba jutottak, amely 4 db, összesen 1776 m³ térfogatú ólomkamrából és megfelelő Gay-Lussac-toronyból állt. A kamrák hőmérséklete 35-60 °C, a kamrasav töménysége 48- 50 Be° és az egy műszak alatt termelt sav mennyisége mintegy 20 q volt [39, 40].

1878. Felsődemán (Bihar m.), a tatárosi aszfaltlelőhelyhez közel jött létre a Magyar Asphalt Rt., amely a magyar aszfaltipar megteremtését jelentette. Az aszfaltot ezután egyre nagyobb mennyiségben használták utak burkolására, szigetelésre. Emellett az aszfalthomok lepárlásával petróleumot is készítettek. Az évi termelés átlagosan kb. 1000 t petróleum és 1500 t aszfalt volt ebben az időben [41].

1870-es évek Rózsa L. E. budapesti vegyipára gyógyszerészeti célokra bortermelési hulladékokat dolgozott fel. A gyár évi 3000 q borkősav gyártására volt berendezve, ezenkívül bórsavas meszet és Seignette-sót gyártott. Termékeiből jelentős mennyiséget exportált is [42].

1870-es évek Budapesten a városrendezés miatt a Váci (ma Bajcsy-Zs.) úton minden földszintes épületet le kellett bontani, és a belterületnek nyilvánított városrészben minden gyár működését be kellett szüntetni [43].

1884. Megjelent az 1884. évi XVII. törvénycikk, amely az Ipartörvény megfelelő részeként környezeti kérdésekkel is foglalkozott és kiegészítette az 1872. évi VIII. törvény rendelkezéseit az iparhatósági telepengedélyekkel kapcsolatban [44].

1885. Megjelent a XXIII. törvénycikk a vízjogról, amelynek több paragrafusa foglalkozik környezetvédelmi kérdésekkel, így pl. a 24. § is [44 a].

1885. Kosutány Tamás és Cserhádi Sándor a Magyaróvári Gazdasági Akadémia tanárai a mezőgazdasági termelés fejlesztése érdekében mind a gyakorlatban, mind publikációikban fokozottan szorgalmazták a műtrágyák használatát. Ez az év a kezdete hazánkban a műtrágyahasználat elterjedésének [45].

1890. jún. 12. Megalakult a Magyar Általános Kénsav, Műtrágya és Vegyipar Rt., budapesti székhellyel. 1892. júl. 12-én a társaság nevét Hungária Műtrágya-, Kénsav- és Vegyipar Rt.-re változtatták. A részvénytársaság megalapítása teremtette meg hazánkban a kénsav nagyipart. Ezen túlmenően lehetővé tette egy sor Magyarországon eddig még nem működő vegyészeti iparág megalakulását, illetve nagyiparrá válását és fejlődését. Ezek közé tartozik elsősorban a műtrágyagyártó-ipar. A nagyipari termelés és a konkurenciaharc további műszaki fejlesztést követelt, annak valamennyi gazdasági és környezeti hatásával együtt [46].

1891. Megalakult a Magyar Földrajzi Társaság Balaton Bizottsága, melynek célja a tó sokoldalú tudományos kutatása volt. A kutatások során Illosvay Lajos a Balaton négy különböző helyéről vett vízminta részletes elemzését végezte el és foglalta össze [47].

1897-1898. Lóczy Lajos megmérte a Balatonra hulló porterhelés mértékét. A kerekedi öbölnél (Csopak) 300 t/km²-nek találta a porszennyezést [37].

1898. A hazai kőolajfinomítók már több mint 100 ezer t kőolajat dolgoztak fel. A termelt össztermék mennyiségének 3/4 része volt világító petróleum, 7 %-a benzin, 12 %-a kenőolaj. 1 % volt a gázolaj aránya és az összes többi termék részesedése összesen csak 5 %. A világító petróleum főtermék mellett a többi terméket gyakran nem tudták hasznosítani. Nehézséget okozott a lepárlásnál keletkező benzin, amelyet pl. Fiumében a Kőolajfinomítógyár Rt. a tengerbe bocsátott, vagy őrési gödrökbe összegyűjtött. Ezt időnként felgyűjtötták és elégették [48, 49].

1898. A magyar szerves vegyipart a század végére legnagyobb részt a nagyüzemi

falepárlóipar képviselte, amelyet szinte teljes egészében a külföldi, elsősorban a német tőke hozott létre a magyarországi erdőségek faanyagának felhasználására. 1898-ban az iparág 200 ezer m³ fát dolgozott fel. A termelt acetont 75 %-át, a faszeszt 94 %-át, a fakátrányt 100 %-át exportálták. Legnagyobb üzeink a jelenlegi Szlovákia és Kárpát-Ukrajna területén, valamint Erdélyben voltak [50].

1900. A Hungária Műtrágya-, Kénsav- és Vegyipar Rt. megvette a kontakt-kénsavgyártási eljárás szabadalmát a BASF ludwigshafeni cégtől. Ezzel az eljárással működő anhidridgyárat 1902-ben helyezték üzembe a zsolnai gyártelepen [51].

1903. A falepárlásnál a tüzelés gazdaságosságának fokozására és a folyamatos feldolgozási mód megvalósítására általánossá vált a fekvő retorták alkalmazása. További fejlődést jelentett, amikor a füstcsatornákból való hőközlést felváltották a kamraszerű retortákon belül vezetett fűtőcsöves hőközléssel [52].

1904. Richter Gedeon engedélyt kapott állati szervek vágóhídon való gyűjtésére. Az állati szervekből előállított első organoterápiás készítmények új fejezetet nyitottak a gyógyítás történetében. A komoly siker nyomán az összegyűjtött anyag feldolgozását ezután már gyári méretekben folytatták [53].

1906. A budapesti iparfelügyelők jelentése szerint a vegyiparban minden 11. dolgozó megsérült valamilyen üzemi baleset következtében. Ennek oka többek között a nehéz, durva munka, a megfelelő szakképzettség hiánya, az egészségre ártalmas munkakörülmények. Egyik alapvető oka a munkavédelmi intézkedések teljes hiánya [54].

1907. Az Első Pesti Spódium- és Envygyár Rt. létrehozta a Phönix Kénsav- és Vegyitermékek Gyár Rt.-t abból a célból, hogy a Szatmár megyei Alsófermezely községben levő ezüstérc-pörkölő gázainak hasznosítására kénsavgyárat létesítsen. A kincstári kohó ércpörkölőiből nagy mennyiségben kijutó kén-dioxid-tartalmú gázok a környék növényzetét tönkretették, amiért a birtokosok a kincstár ellen kártérítési perek sorát indították és nyerték

meg. 1908-tól a kártékony gázokat itt 59 Be°-ú kamarasavvá dolgozták fel, melyből 93 és 97 Be°-ú koncentrált kénsavat készítettek [55, 55a, 55b].

1908. A Hungária Műtrágya-, Kénsav- és Vegyipar Rt. zsolnai gyártelepén a kénsavgyárat Opl-féle toronyrendszerrel bővítették [56]. A toronyrendszer előnyei az ólomkamrás eljárással szemben: alacsonyabb berendezési költség, kisebb üzemterület; a berendezések, a technológiai folyamatok könnyebb ellenőrizhetősége, kedvezőbb munkafeltételek, alacsonyabb üzemeltetési költségek.

1908. A Váci úton működő Zsiradékgyártó Kísérleti Állomás hulladékanyagok felhasználásával glicerint és szappanlúgot állított elő. Korábban a zsiradékgyártó hulladék nagyrészt a csatornába jutott [56 a].

1909. Lossinszky Imre mérnök Budapesten a Rudolf rakpart 4. sz. ház pincéjében szérianyagi eszközökkel, mindössze egy kis teljesítményű lángkemencével, 20 főnyi munkáslétszámmal, saját vezetése alatt ónércből fémöntő előállító üzemet létesített. A kisüzem rövidesen annyira fellendült, hogy Lossinszky 1911-ben már nagyobb üzemet rendezett be Nagytétényben. A különböző hazai feldolgozóüzemekben összegyűlt, a legtöbb helyen szemétre hányt fehérfém-salaktól filléres áron felvásárolta és ezen nyersanyagbázisra támaszkodva, az új telephelyen felépített újabb 2 db lángkemence felhasználásával különböző összetételű csapágyfémeket és forrasztó ónokat gyártott [57].

1910-es évek Dr. Friedrich Vilmos egyetemi magántanár a Magyar Királyi József Műegyetemen meghívott előadónaként az „Ipari egészségügy” tárgyat adta elő. Előadásai során foglalkozott az ipari munkások egészségére ható káros tényezőkkel, az ipari munka lakosságot terhelő környezeti hatásával, az egészségi ártalmakkal, a levegő, a talaj és a víz szennyezésével, a fertőzésekkel [57 a].

1912. Döntően megváltozott a kőolajból nyert termékek felhasználásának aránya. A petróleum részaránya csökkent viszont roha-

mosan nőtt az egyéb termékek, így legfőképpen a benzin felhasználása [58].

1913. Megépült az Óbudai Gázgyár, amely valóban korszerű, nagy kapacitású létesítmény volt. Négy kemenceblokk épült, összesen 78 db regeneratív gáztüzelésű Koppers szénlepárló kamrával. A kemencék fűtéséhez szükséges generátorgázt 12 db Kerpely-generátorban állították elő. Szénszállító berendezés, kokszfeldolgozó üzem, kátrány- és ammóniaválasztó, naftalinmosó, elő- és utóhűtők, kén-tisztító ammónium-szulfátot előállító üzem tette az akkori színvonalon korszerűvé a gázgyárat, amelyhez megfelelő segédüzemeket is építettek (saját áramfejlesztő telep, dunai vízmű, külön vasúti pályaudvar) [59, 60].

1916. A magyaróvári löpőgyárban létrehoztak egy Ostwald-rendszerű salétromsav-üzemet. Ehhez az eljáráshoz szükséges ammóniát a gázgyárak gázvizéből fedették. Összegyűjtötték a gázvizből nyert ammónium-szulfátot és ezt nyersanyagként használták fel [61].

1918. A hadvezetőség megbízta a CHINOINT a Németországban gyártott „Lost” (mustárgáz, diklór-dietil-szulfid) letöltésével. A „Lost” tárolására szolgált a 80-as évekig fennmaradt, ismert Chinoin-torony. A gáz letöltésére már nem került sor. A Duna vízében semmisítették meg [62].

A környezetvédelemmel kapcsolatos adatok a 20. sz. fordulóján a hazai technikai és ipari szakfolyóiratokból

Az adatgyűjtést a ma is elfogadott tematikai csoportosításnak megfelelően végeztük. Így külön foglaltuk össze a légszennyezéssel, szennyvizekkel, füst és por elleni intézkedésekkel, kazánvizsgálatokkal, a városi szemét hasznosításával, az utak portalánításával, a veszélyes üzemek működésével kapcsolatos hivatkozásokat.

Az elmúlt évben a Műszaki Világ c. folyóiratot dolgoztuk fel. A következő évben a Ve-

gyi Ipar, a Vegyészeti Lapok, és a Magyar Chemikusok Lapja c. folyóiratokra kerül sor.

Légszennyezést okozó gyárak, gépek üzemeltetésével kapcsolatos intézkedések, javaslatok a 20. század elején

1908. okt. 1. Szeged városa hosszú évek óta szenved az újszegedi kendergyár bűzétől. Egy törvényhatósági tag indítványa, hogy a gyárat kötelezzék a bűz megszüntetésére, a gyártelep körüli fásításra és a szennyvízelvezető cső meghosszabbítására [63].

1908. dec. 24. Az automobilmek eszevesztett hajtása és a városokat sújtó majdnem elviselhetetlen bűz terjesztése ellen országos mozgalom indul. Egy műszaki javaslata az, hogy kötelezzék a járművek tulajdonosait arra, hogy ne benzinnel, hanem az olcsó denaturált spiritusszal táplálják motorjaikat [64].

1909. okt. 7. A belügyminiszter figyelmét arra hívják fel, hogy Erzsébetfalván szorosan az iskola mellett fekvő telken egy bűzös és egészségtelen ipartelep, SPÓDIUM- ÉS ENYVGYÁR telepengedélyezése van folyamatban [65].

Szennyvízmizériák a 20. század fordulóján

1906. aug. 23. Magyarországon az utóbbi négy évben 12 kisebb petróleumfinomító létesült és 5-6 van alakulóban az ausztriai nyersolajra, mivel Ausztriában a hatóság útját állja a petróleumtelepek létesítésével kapcsolatos talaj-, levegő- és vízfertőzéseknek [66].

1908. ápr. 16. A teljesen önállóvá lett királyi szennyvíztisztító állomás dr. Korbuly fővegyész vezetése alatt máris sok eredményt ért el, ugyanakkor Békésgyulán több mint egy éve tárgyalják – hivatalos fórumok hivatalos nagyképűséggel – azt, hogy a gyulai tudósanatórium szennyvizei levezethetők-e a Fekete-Körösbe [67].

1908. ápr. 23. Darányi miniszter a gyulai kötött-szövő-iparággyár szennyvizével kap-

csolatban beadott közigazgatási bizottsági határozatot felülbírált és elrendelte, hogy a gyárból kikerülő szennyvizek (mivel azok összetételüknél fogva mind a talajra, mind a vízfolyások szennyezésére alkalmasak) nemcsak ideiglenesen, hanem állandóan tisztítandók. A gyárnak a szennyvízderítést a közegészségügyi követelményeknek megfelelően kell megoldania [68].

1908. ápr. 30. A szombathelyi tifuszjárvány – mint minden nagy esemény kis időre – felébresztette a közegészségügyre ügyelő hatóságokat. Magyarország majdnem minden városa ivóvizének megvizsgálásával foglalkoztatja most a kémikusokat és a bakteriológusokat [69].

1909. jún. 24. A nagybányaiak igen sokat panaszkodnak, mivel a Femezely mellett elvonuló patakba sokféle bányahulladékot, szennyvizet stb. folynak bele [70].

Füst és por elleni küzdelem a 20. század fordulóján

1907. máj. 16. A budapesti kerületi mérnökök és tisztiorvosok havi összejövetelüket összekapcsolták egy városegészségügyi szempontból érdekes szemlével, amelynek tárgya egy vegytisztító- és festékgártelepen üzemeltetett, Röck István-féle tüzelőberendezés (kazán) ellenőrzése volt. A kazán kifogástalanul üzemelt [71].

1907. júl. 25. Budapesten – londoni mintára – FÜSTELLENES LIGA alapítását tervezik [72].

1907. aug. 22. Budapest székesfőváros füstmentesítésére szerveződő csoport előkészítő bizottsága az alapszabályok tervezetének kidolgozásával foglalkozik [73].

1907. okt. 17. Előzetes tájékoztatást tesznek közzé a FÜSTELLENES LIGA alakuló értekezletéről (hely, időpont, program) [74].

1907. okt. 31. FÜST ÉS POR ELLEN KÜZDŐ EGYESÜLET megtartotta alakuló ér-

tekezletét, amelyen híres fővárosi és vidéki személyiségek vettek részt. A résztvevők szakbizottságot neveztek ki az alapszabályok kidolgozására. A közgyűlés elnöke, Dr. WARTHA VINCE előadást tartott a füst és por elleni küzdelem jogosultságáról és időszerűségéről (1908. júl. 30-án publikálták az értekezleten elhangzottakat) [75].

1908. aug. 27. A füst és por ellen küzdő egyesület felajánlotta, hogy az utak portalánítására végzett kísérleteik tapasztalatait az igénylők rendelkezésére bocsátja, külön számít a vidéki városok érdeklődésére [76].

1909. febr. 11. A főváros kerületi mérnökei értekezletet tartottak, amelynek tárgya a kevésbé szennyező, füstmentes ipari tüzelés megvalósítása volt [77].

1909. júl. 15. A FÜST ÉS POR ELLEN KÜZDŐ LIGA előkészítő bizottságához fordul számos vidéki város abból a célból, hogy a mozgalmat országos jellegűvé szervezzék [78].

1910. máj. 26. A FÜST ÉS POR ELLEN KÜZDŐ EGYESÜLET, továbbá a FÜST-FELÜGYELŐI KAR munkája elakadt, mivel KOSSUTH akarta, SZTERÉNYI meg nem! [79]

Kazánvizsgálatra irányuló törekvések a 20. század fordulóján

1910. jún. 16. A megalakult Magyar Kazánvizsgálók Egyesülete jóváhagyásra benyújtotta alapszabályát. Fő törekvésük a lehetőleg füstmentes tüzelés meghonosítása és a kazánrobbanások megelőzése [80].

1910. nov. 17. Az utóbbi időben előfordult kazánrobbanások következtében a kereskedelmi miniszter szigorított kazánvizsgálatokra utasította az iparfelügyelőket [81].

1910. nov. 24. Tájékoztatás jelent meg arról, hogy az ORSZÁGOS GŐZKAZÁN-VIZSGÁLÓ EGYESÜLET – jóváhagyott alapszabályai alapján – működését 1911. jan. 1-jén kezdi meg [82].

Városi szemét hasznosítása a 20. század elején elektromos áram előállítására

1904. jún. 1. Fiume városa – angol mintára – szemétegető kemencék felállítását tervezte gőztermelésen át áram előállítására [83].

1904. aug. 18. Fiume városa az épülő közbiztonsági világítási és motorikus üzeméhez szükséges elektromos áramot oly módon kívánta fejleszteni, hogy a városi szemetet gőzkazánok fűtésére használja [84].

1909. okt. 21. Miskolc város polgármesterének beszámolójából kiderült, hogy Miskolc város a szemétegetőt elsősorban közegészségügyi szempontból létesítette már két éve. Budapesti szakértők véleményét is kikérték, akik megállapították, hogy a szeméttel való fűtés a legolcsóbb [85].

Utak portalanítására irányuló törekvések a 20. század fordulóján

1904. aug. 4. Felhívják a figyelmet arra, hogy külföldön az utak portalanítására „westrumit”-ot alkalmaznak, amellyel befecskendezik az utakat [86]. (A „westrumit”: ásványolaj és növényolaj tartalmú emulzió.)

1907. okt. 24. Budapesten köztisztasági, közegészségügyi és gazdaságossági szempontokat alapul véve Mátyásföld közelében végeznek kísérleteket közutak porkötő olajjal való terítésére [87].

1908. ápr. 9. Tudósítanak arról, hogy külföldön az utakat pormentesítő szakkörök törekvése oda irányul, hogy az összes utcát aszfalttal burkolják [88].

1908. júl. 9. Beszámolnak a békésgyulai utak portalanítási kísérletéről. A kockakövel burkolt utcát befecskendezték porlekötő olajjal. A kockakövek közötti hézagok pora még 8 nap után is kötött volt, viszont az út menti ún. „nyári út” porrétegét a napokon át penetráns szagot terjesztő Apolló-olaj nem bírta lekötni [89].

1909. szept. 30. Kifogásolják, hogy Budapesten a II. ker. makadámútjait nem észszerűen portalanítják, mivel esős időben az utat valamilyen zsíros kulimászból álló sárréteg borítja. E zsíros tömeg (cipővel behordva) a lakásokban is megteszi „előkelő” hatását, továbbá szivárványszerűre festi a járda mentén hőmpolygó vizet, amely „vigan” belefolyik a kanálisba [90].

1909. okt. 28. Tájékoztatnak a természettudósok Salzburgban tartott, az utak portalanítása tárgyú kongresszusáról, ahol egy új eljárást is bemutattak, nevezetesen az „apokotin” nehéz olajjal való portalanítást [91].

1910. jún. 9. Ismertetik a szagtalan kékolajjal végzett útportalánítási kísérletek eredményességét és gazdaságosságát [92].

Veszélyes üzem működése, építése, bővítése miatti tiltakozás a 20. század fordulóján.

1906. máj. 9. A sárvári Chardonnet-féle műselyemgyár kisajátítását tervezi a kormány, annak veszélyessége miatt. A nemrég történt katasztrófa gondatlanságból való előidézése miatt Chardonnet grófot 2 havi fogságra ítélték. (A gyárban éter-levegő keverék robbant fel, amely emberéletet követelt.) Az ítélet indoklása: hogy a gyár csak alapos tudatlanságból vagy könnyelműségből épülhetett fel ott (a vasúti indóház és a lakóházak közvetlen közelségében), ahol van [93].

1906. jún. 7. Pozsonyban a robbanóanyagot előállító és raktározó Nobel-féle dinamitgyár éppen olyan közel épült a MÁV vonalához, mint a sárvári műselyemgyár. A Sárvárott történt robbanás megismétlődésétől félve az utazók Pozsonyt megkerülve, más vonalon utaznak Bécsbe [94].

1907. márc. 14. A pozsonyiak és a MÁV igazgatóság tiltakoznak a Nobel-féle dinamitgyár bővítése ellen, annak veszélyessége és a gyártelep közelsége miatt [95].

1909. ápr. 29. Tiltakoznak a székesfevárosi új fertőtlenítő intézetnek az egyik leg-

forgalmasabb helyen, a Váci úton, a gyárak szomszédságában (ahol több ezer munkás dolgozik) való felépítése ellen [96].

1909. jún. 3. Budapest III. kerületében lakóházak közé beépülve felépült Melocco L.-féle cementgyár kártékonyan befolyásolja a levegőt, megtelítvén azt a tüdőre igen ártalmas porával [97].

1909. jún. 10. Budapest III. kerületében a Melocco L.-féle cementgyár és az Újlaki tégl- és mészégető (a Margitsziget szomszédságában) a lakosság egészségének veszélyeztetése mellett megakadályozza az egész kerület természetes fejlődését [98].

1909. júl. 15. Budapest kerületi mérnökei július havi értekezletüket összekapcsolták a legutóbb nagy arányokban kibővített és modernizált Melocco-féle cementgyári szemlével. A cementgyárat hegyiről-tövíre alaposan megvizsgálták, és mindent a legnagyobb rendben találtak [99].

Irodalom

- [1] Gerlach György: Környezetminőség és környezetvédelem Magyarországon. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1984. 15. o.
- [2] Szathmáry László: A kémia története hazánkban. Kézirat, 1939. 705. o.
- [3] Edvi Illés Aladár: A vas története Közép- és Észak-Európában a középkorban. M. Mérnök- és Építész- Egylet Közlönye. 1890. 540. o.
- [4] A Magyar Korona országainak gyáripara az 1898. évben. Vas- és fémipar, Vasgyártás. Bp., 1901. 39. o.
- [5] Szabadváry Ferenc: Az elemek nyomában Gondolat Könyvkiadó, Bp., 1961. 91. o.
- [6] U.o.: 83. o.
- [7] Die Alchemie des Andreas Libavius. Ein Lehrbuch der Chemie aus dem Jahre 1597. (Német fordítás, Gmelin Inst., Max Planck Ges.) Verlag Chemie, 1964. 185.
- [8] Pallas Nagy Lexikona, 14. köt. 1897. 537. o.
- [9] Szathmáry László: A kémia története hazánkban, Kézirat, 1939. 706. o.
- [10] U.o.: 753. o.
- [11] U.o.: 415. o.
- [12] Dr. Faller Jenő: Jó szerencsét. Események, képek a bányászat múltjából. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1975. 111.o.
- [13] A környezetvédelem jogi kézikönyve. Közg. és Jogi Könyvkiadó, Bp., 1981. 54. o.
- [14] Bán Imre: A magyar kőszénbányászat története a 1759-1918 években. Az MTA Műszaki Tud. Oszt. Közl., 1953. 499. o.
- [15] Dr. Oroszi Sándor: A magyar természetvédelem kezdetei. Országos Erdészeti Egyesület, Bp., 1986. 9. o.
- [16] Ferber: Born Briefe, Frankfurt u. Leipzig, 1774. 198. o.
- [17] Born I.: Über das Anquicken der Gold- und Silberhaltigen Erze, Rohsteine, Schwarzkupfer und Hüttenspeise. Wien, 1786. 99. o.
- [18] Vámos Éva - Szabadváry Ferenc: Egy kohászati eljárás orvosi véleményezése a XVIII. században. Technikatörténeti Szemle. 11. 1979. 113. o.
- [19] Szathmáry László: A kémia története hazánkban. Kézirat, 1939. 564. o.
- [20] Faller Károly: A fémkohászat kézikönyve III. köt. Selmecbánya, 1902. 307. o.
- [21] Szathmáry László: A kémia története hazánkban. Kézirat, 1939. 673. o.
- [22] U.o.: 1336. o.
- [23] U.o.: 416. o.
- [24] A környezetvédelem jogi kézikönyve. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Bp., 1981. 55. o.
- [25] Dr. Gerlach György: Környezetminőség és környezetvédelem Magyarországon. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1984. 49. o.
- [26] Schleicher Aladár: Nagyolvasztó és hozzátartozó fúvógép terve 1816-ból. Az MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl., 1958. 91. o.
- [27] Móri József: A hazai levegőtisztaságügyi kutatások közel száz éve. Időjárás 74. 5-6 sz., 1970. 368. o.
- [28] 1840: XVII. Törvény-cikkely. „A gyárak jogviszonyairól”. 1840.
- [29] Wágner Dániel: Az érczek pörkölése egészség-rendőri és vegytani tekintetben. A M.

- Orv. és Természetvizsg. Munk. 1843. 15-17. o.
- [30] Szathmáry László: A kémia története hazánkban. Kézirat, 1939. 1212. o.
- [31] Dr. Szőkefalvi-Nagy Zoltán: Az első magyar vegyészdoktor: Wágner Dániel (1800-1890). Az Eger Tanárképző Főiskola Füzetek, 370. sz. Különlenyomat a Főiskola Évkönyve III. kötetéből. Eger, 1965. 384. o.
- [32] Bontó-Cságoly-Halkovics-Schmidt-Székely-Thur: A magyar vegyipar rövid története. Kézirat, Bp., 1960. 18-18. o.
- [32a] Bontó László: Néhány adat a magyar vegyipar történetéhez. Magyar Kém. Lapja. 17. 1962. 12. o.
- [33] A Magyar Vegyészeti Múzeum kiállítása: A világítógázgyártás története, Várpalota.
- [34] Bontó-Cságoly-Halkovics-Schmidt-Székely-Thur: A magyar vegyipar rövid története. Bp., 1960. 12-13. o.
- [35] U.o.: 26. o.
- [36] Orvosi Hetilap. 25. sz., 1863. 503.o.
- [37] Dr. Gerlach György: Környezetminőség és környezetvédelem Magyarországon. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1984. 90. o.
- [38] Dr. Hőgyes Endre: Emlékkönyv a Budapesti Királyi Magyar Tudomány Egyetem Orvosi Karának múltjáról és jelenéről. Magyar Orvosi Könyvkiadó Társulat, Bp., 1896. 675. o.
- [39] Bontó-Cságoly-Halkovics-Schmidt-Székely-Thur: A magyar vegyipar rövid története. Kézirat, Bp., 1960. 32. o.
- [40] Faller Károly: A fémkohászatban kézikönyve. III. köt., Selmechánya, 1902. 24. o.
- [41] Bontó-Cságoly-Halkovics-Schmidt-Székely-Thur: A magyar vegyipar rövid története. Kézirat, Bp., 1960. 34. o.
- [42] U.o.: 39. o.
- [43] U.o.: 40. o.
- [44] Dr. Chyzer Kornél: Az egészségügyre vonatkozó törvények és rendeletek gyűjteménye. 1854-1894. Budapest, 1895. 228. o.
- [45] A Hungária Műtrágya, Kénsav- és Vegyipar Rt. 50 éve. Bp., 1941. 12. o.
- [46] U.o.: 14-15. o.
- [47] Illosvay Lajos: A Balaton vizének chemiai viszonyai. Bp., 1898.
- [48] Bontó-Cságoly-Halkovics-Schmidt-Székely-Thur: A magyar vegyipar rövid története. Kézirat, Bp., 1960. 59. o.
- [49] Tihanyi János: A kőolajfeldolgozóipar kialakulása Magyarországon és fejlődése az Osztrák-Magyar Monarchia időszakában. Magyar Kém. Lapja. 29. 1974. 3. sz. 138.
- [50] Szőkefalvi-Nagy Zoltán: A falepárlás múltja hazánkban. A Magyar Vegy. Múzeum Kiadványai, 14. sz. Várpalota, 1976.
- [51] Bontó-Cságoly-Halkovics-Schmidt-Székely-Thur: A magyar vegyipar rövid története. Kézirat, Bp., 1960. 83. o.
- [52] U.o.: 117. o.
- [53] U.o.: 104. o.
- [54] U.o.: 125. o.
- [55] U.o.: 87. o.
- [55a] Vegyi ipar 5. 1906. 19. sz. 3. o.
- [55b] Műszaki világ. 5. 1907. nov. 28. 4. o.
- [56] Bontó-Cságoly-Halkovics-Schmidt-Székely-Thur: A magyar vegyipar rövid története. Kézirat, Bp., 1960. 83. o.
- [56a] Halmi Gyula: A magyar vegyészek első országos kongresszusa Bp., 1911. 139. o.
- [57] Bontó-Cságoly-Halkovics-Schmidt-Székely-Thur: A magyar vegyipar rövid története. Kézirat, Bp., 1960. 87. o.
- [57a] A Magyar Királyi József Műegyetem programja az 1911/1912. tanévre Bp., 1911. 72. o.
- [58] Bontó-Cságoly-Halkovics-Schmidt-Székely-Thur: A magyar vegyipar rövid története. Kézirat, Bp., 1960. 92. o.
- [59] U.o.: 115. o.
- [60] Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt: A gázszolgáltatás fejlődése Magyarországon. Bp., 1971. 8-9. o.
- [61] Bontó-Cságoly-Halkovics-Schmidt-Székely-Thur: A magyar vegyipar rövid története. Kézirat, Bp., 1960. 139. o.
- [62] U.o.: 149. o.
- [63] Műszaki Világ. 6. 1908. okt. 1. 7.
- [64] Ua.: 6. 1908. dec. 24. 1.
- [65] Ua.: 7. 1909. okt. 7. 10.

- [66] Ua.: 4. 1906. aug. 23. 6.
 [67] Ua.: 6. 1908. ápr. 16. 6.
 [68] Ua.: 6. 1908. ápr. 23. 4.
 [69] Ua.: 6. 1908. ápr. 30. 2.
 [70] Ua.: 7. 1909. jún. 24. 8.
 [71] Ua.: 5. 1907. máj. 16. 1.
 [72] Ua.: 5. 1907. júl. 25. 1.
 [73] Műszaki Világ. 5. 1907. aug. 22. 1.
 [74] Ua.: 5. 1907. okt. 17. 4.
 [75] Ua.: 5. 1907. okt. 31. 3.
 [76] Ua.: 6. 1908. aug. 27. 5.
 [77] Ua.: 7. 1909. febr. 14. 1.
 [78] Ua.: 7. 1909. júl. 15. 3.
 [79] Ua.: 8. 1910. máj. 26. 5.
 [80] Ua.: 8. 1910. jún. 16. 5.
 [81] Ua.: 8. 1910. nov. 17. 4.
 [82] Ua.: 8. 1910. nov. 24. 8.
 [83] Ua.: 2. 1904. jún. 1. 2.
 [84] Ua.: 2. 1904. aug. 18. 4.
 [85] Ua.: 7. 1909. okt. 21. 6.
 [86] Ua.: 2. 1904. aug. 4. 6.
 [87] Ua.: 5. 1907. okt. 24. 8.
 [88] Ua.: 6. 1908. ápr. 9. 3.
 [89] Ua.: 6. 1908. júl. 9. 5.
 [90] Ua.: 7. 1909. szept. 30. 4.
 [91] U.az: 7. 1909. okt. 28. 1.
 [92] Ua.: 8. 1910. jún. 9. 6.
 [93] Ua.: 4. 1906. máj. 9. 3.
 [94] Ua.: 4. 1906. jún. 7. 2.
 [95] Ua.: 5. 1907. márc. 14. 3.
 [96] Műszaki Világ. 7. 1909. ápr. 29. 1.
 [97] Ua.: 7. 1909. jún. 3. 2.
 [98] Ua.: 7. 1909. jún. 10. 1.
 [99] Ua.: 7. 1909. júl. 15. 2.

Dr. Erdősi Ferencné – Dr. Halblender Anna

A kísérletezésen alapuló kémiaoktatási koncepció az általános iskolában I.

A NAT utóbbi időben elkészült változata kémiából olyan új szemléletű ismeretanyagot tervez, amely közismereti – érthető és nem csak megtanulandó, hasznosítható – és nem öncélú tananyagot tartalmaz. Vonzó a tanulók számára, barátja az embernek és nem rombolja a környezetet, lelkesíti a tanárt és a tanulót egyaránt. A közismereti kémiaoktatás céljaként megfogalmazódik, hogy a tanulók olyan kémiai szemléletet és tájékozottságot sajátítsanak el, mely a jövő nemzedékeit segíti eligazodni a mindennapi életben, a környezetében meglévő és újonnan megjelenő anyagok sokaságának ésszerű hasznosításában.

A kémia alapvető módszere a bemutatás, a kísérlet. Úgy vélekedünk, hogy a rendszeres anyagbemutatóval, tulajdonságaik vizsgálatá-

val, változásai megismertetésével erősödik az anyagismeret a tanulóknál. Ezen a területen ugyanis jelenlegi kémiaoktatásunk gyenge. Fontos a kémiai jelrendszer megfelelő használata, a szerkezeti jellemzők elsajátítása, de nem helyettesítik az anyagok valóságos megjelenítését, fizikai és kémiai tulajdonságai megismerését.

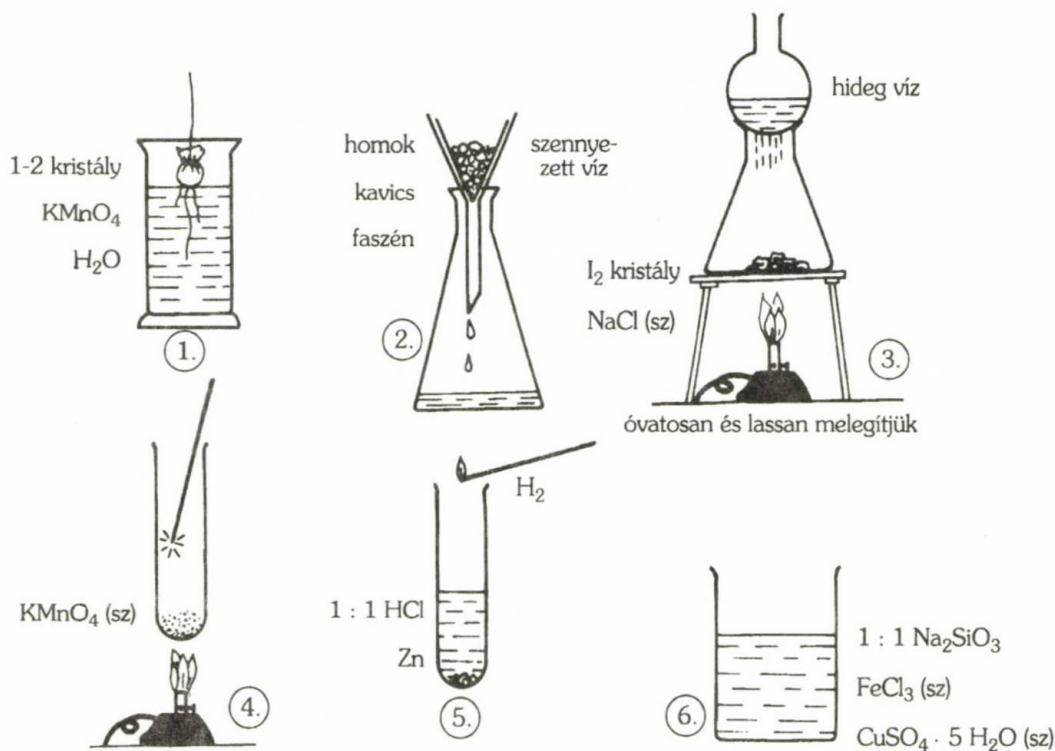
Pécsett a Janus Pannonius Tudományegyetem Kémia Tanszékén 1990-től foglalkozunk azoknak a módszereknek és eszközöknek a kidolgozásával, kifejlesztésével, melyek arra irányulnak, hogy az általános és középiskolában tanuló fiatalok számára vonzóvá, érthetővé, érdekessé és hasznossá tegyék a kémia tanulását. Ennek a programnak a keretében kidolgozott egyik részeredményünket szeretnénk bemutatni, melynek lényege, hogy elengedhe-

tetlen követelménynek tartja – a kémiában meghatározó jelleggel bíró ismeretszerzési módnak – a rendszeres tanári és tanulói kísérletezést. Célunk eléréséhez számba vettük az általános és középiskolai törzs- és kiegészítő anyaghoz ajánlott kísérleteket, s kiegészítettük azokat. Nem a tanulók túlterhelését jelentő új információk épülnek így be az órákba, hanem a jobb megértést szolgáló bemutatások, kísérletek. Pécssett a tanárjelöltek felkészítése szintén e szellemben folyik a tantárgypedagógiai gyakorlatokon.

A program alkalmazása 1994 szeptembertől összesen négy általános iskolában folyik. A munkában közreműködő pedagógus kollégákat az ugyancsak 1994-ben MKM K+F pályázaton nyert pénzből tudjuk támogatni. Várható, hogy a kísérleti év végén a tanév anya-

gából összeállított mérőlapon a kísérletben részt vevő osztályok jobb eredményeket érnek el a kontroll osztályoknál. Ez főleg az elemek és vegyületek tulajdonságainak, előállítás módjainak, felhasználási lehetőségeinek jobb felidézésében, ok-okozati összefüggések megfogalmazásában nyilvánul meg.

Féléves tapasztalatunk alapján szeretnénk közreadni azokat a lehetőségeket – a jelenlegi tananyaghoz igazodva –, amelyek a fenti célt szolgálják. Az általunk kidolgozott módszernek – véleményünk szerint – az is előnye, hogy bármelyik alternatív tankönyv használata mellett alkalmazható, ugyanis az egyes tematikus egységekhez, témákhoz, fogalmakhoz ajánl kísérleteket, szemléltetési lehetőségeket.



Többéves tapasztalatunk, megfigyeléseink támasztják alá azt, hogy a tanulóknak a kémia tantárgy iránti érdeklődés, vagy annak hiánya már a 7. osztályban eldől. Az a tét, hogy sikerül-e megkedveltetni a kémiát, vagy inkább el-

riasztani tőle a gyerekeket, a megfelelő kezdéstől és alapozástól függ. Programunknak megfelelően – a tárgy kedvező fogadtatása érdekében – az első kémiaórát látványos kísérletek bemutatásával kezdjük, mert az első bevezető

óra motiváló hatását elengedhetetlennek érezzük. Például az alábbi kísérletek látványosak, olcsók és szerény anyagi körülmények között is bemutatathatók.

Az első rajzon az anyagok részecskéinek állandó mozgását bemutató kísérletet láthatjuk (hipermangán-oxid – fertőtlenítőszer – készítése). A második szerint a víz tisztítását szemléltethetjük.

A harmadik az anyagok tisztításának vagy szétválasztásának egyik lehetőségét mutatja be. A 4-5.-nek ezen az órán azt a címet is adhatnánk, hogy bűvészkedés parázsló és égő hurkapálcával. De készíthetünk vízüveg-oldat segítségével „vegyszek virágoskertjét” is (6.) bármilyen színes vízben oldódó kristály felhasználásával.

Ha felszerelés, vegyszer vagy a megfelelő körülmények hiányában nem tudunk kísérleteket bemutatni, akkor ajánljuk, hogy legalább videofilm segítségével keltsük fel a tanulók érdeklődését.

Erre a célra kiválóan alkalmas: dr. Rózsahegyi Márta – dr. Wajand Judit: Színes kémia alapfokon c. videokazettájáról egy rövid válogatás. Természetesen a kazetta anyaga abban az iskolában is hasznos, ahol a tanár „élő kísérleteket” is be tud mutatni; de azokat nem helyettesíti, hanem kiegészíti.

A 7. osztályban az első tematikus egység – A kémiai alapismeretek – bőséges lehetőséget kínál az anyagokkal – köztük a mindennapokban használatosakkal – való közvetlen ismerkedésre.

Az oldhatóság témakörének feldolgozását csoportmunkában javasoljuk, ekkor sokféle anyaggal kísérletezhetnek a tanulók:

1. csoport: jód, nátrium-klorid, ammónium-klorid oldása vízben,

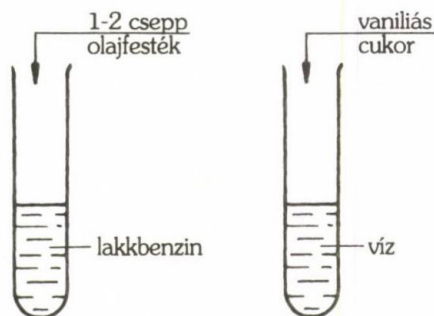
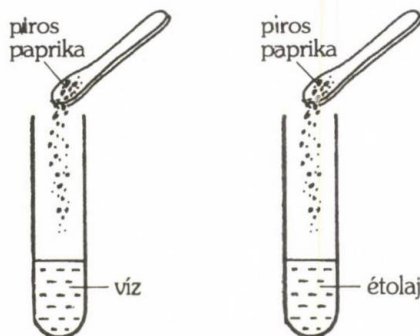
2. csoport: rézgalic, timsó, mészkő, kálium-permanganát vízben való oldásának kipróbálása,

3. csoport: jód, nátrium-klorid, cukor oldása alkoholban,

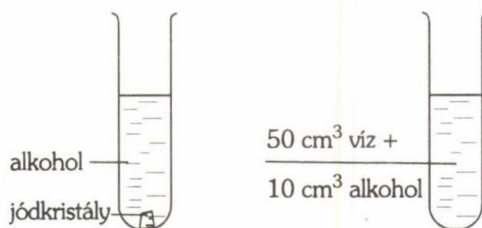
4. csoport: zsír, olaj, cukor, jód oldása benzinben,

5. csoport: mészkő és szódabikarbóna oldása vízben és sósavban.

További – a háztartásban használt – anyagok oldhatóságát is megfigyeltethetjük a rendelkezésünkre álló oldószerekben.



Közben feltétlenül ejtsünk szót arról, hogy hol találkozhatnak az általuk nem ismert anyagokkal. Annak bemutatására, hogy ugyanaz az anyag oldószer és oldott anyag is lehet, az alábbi kísérletet javasoljuk.



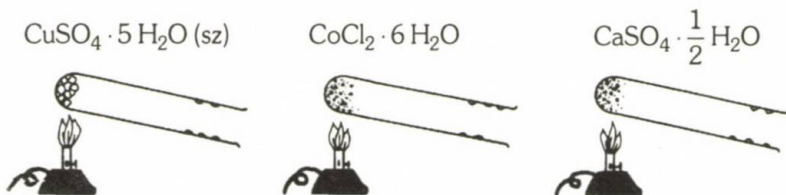
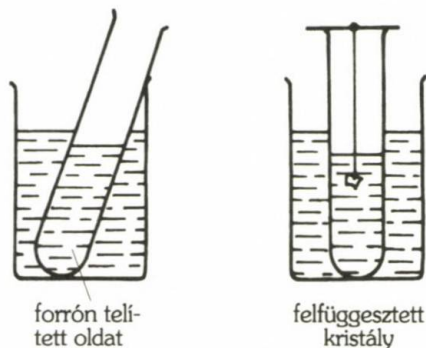
A hőmérséklet oldékonyságra gyakorolt hatását összekapcsolhatjuk a kristályosítás műve-

letével; eredményét a következőképpen csodálhatják meg tanítványaink.

Rézgálic, timsó, konyhasó forrón telített oldatát készíttessük el a tanulókkal, és az alábbi rajz alapján lassú kihűlést és szép kristálynövekedést érhetünk el.

A következő tanítási egységhez – A víz kémiai – kiegészítésként az alábbiakat javasoljuk.

A kristályokban kötött állapotban megtalálható vizet egyszerű kísérletekkel mutathatjuk ki:



Tapasztalataink szerint a tanulók kémia iránti érdeklődése még az atomok szerkezetének megismerésekor élénk (sok előismerettel rendelkeznek e témában olvasmányélmények, tv-ből, rádióból szerzett értesüléseik magyarázatot nyernek), azután rohamosan csökken. Az anyagok szerkezetének vizsgálata; a kémiai jelrendszer bevezetése (vegyjel, képlet, kémiai egyenlet), a reakciók típusai, s a mindezt átszövő kémiai számítások „visszaszorítják” a kísérletezésen alapuló anyagismeretet. Nehezen birkóznak az elvont, jó esetben is csak modellekkel szemléltethető fogalmakkal, összefüggésekkel.

Néhány ötlet az „elemek és atomok” tanítása során alkalmazhatókból. Az órára „bevitt” elemek (pl. C, S, Mg, Ca, I₂, O₂, H₂, N₂, Al, Fe, Cu, Hg) csoportosítását több óra különböző szerkezeti egységében (osztályfoglalkoztatás, alkalmazás, számonkérés, ismétlés) elvégeztethetjük. Eredményeként talán nem csak a vasat és az alumíniumot tudják a fémek közül példaként említeni.

A vegyjelek írása és annak gyakoroltatása sem lesz elvont, ha vegyszeres üvegek feliratait kell „megfejtetniük”. A gyakran kevert vegyjelek mögött ott lesz az elem képe: kén és kálium,

kálium és kalcium, nátrium és nitrogén. A különböző gázokat így „vihetjük be” az órára, hogy lombikokra ragasztott címkék szimbolizálják, melyikben „van” H₂, O₂, N₂-gáz.

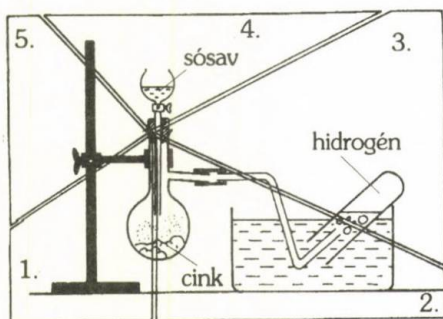
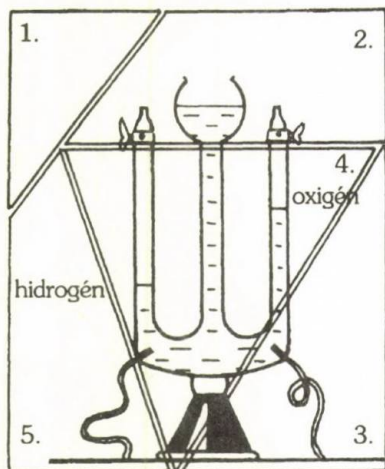
Az atom minőségét a protonszám határozza meg – tanítjuk. Ha az atommag 6p⁺-t tartalmaz, a szén atomja. Ekkor mutassuk be az elemi szén rendelkezésünkre álló változatait! Egyel több a protonok száma – s már nitrogéngáz; gázfelfogó hengerben N₂ van, jellemezzük! Újabb proton beépülésével az oxigénatom magja vezethető gondolatban le. Hogyan mutatnánk ki, hogy a hengerben valóban 8p⁺-ból felépülő, oxigénatomokból álló molekulák találhatók?

A sokféle rajzos atommodell bemutatása előtt egy félbevágott hagymával is szemléltethetjük az elektronburok réteges szerkezetét, felépülését.

A periódusos rendszer azonos főcsoportjában elhelyezkedő atomok hasonló szerkezetéből az elemek hasonló tulajdonsága következik, igazolására ajánljuk:

- a Na és K azonos tárolásának bemutatását,
- a Mg és a Ca égetését levegőn.

Bármilyen meggyőző és élményszerű volt is egy-egy anyagi tulajdonságra vagy változásra vonatkozó kísérlet, a képe nem minden tanulóban őrződik meg tartósan. Az eszköz vagy a kísérlet rajza segíthet a felelevenítésben.



Azonos atomok kapcsolódása: a hidrogén feldolgozásához ajánljuk az alábbiakat, melynek címe az lehetne, hogy: Melyik kísérleteket rejtik el a papírlapok? A rajzokat készíthetjük fóliára vagy mágnesablára, s felszabdalt papírlapokkal takarjuk le. Minden laphoz egy-egy kérdés vagy feladat tartozik, s csak a hibátlan megválaszolásakor vesszük le azokat. Ilyen módon pl. az előismeretek felelevenítése, a permanens ismétlés lehet játékos, izgalmas. Pad-sorok közötti versenyre is alkalmas!

A takarólapokhoz tartozó kérdések közül néhány példa:

1. Melyik lehet a kakukktójas? Miért?

Ar, Cl, Ne, Cl^- , Na^+ .

2. Írd fel az alábbi atomok elektronszerkezetét; a vegyjel mellett számokkal tüntesd fel az egyes héjakon tartózkodó elektronokat!

H: Cl: He: Ar:

3. Hogy érheti el a Mg- és az O-atom a nemesgáz-szerkezetet? Jelöld a folyamatot!

O →

Mg →

4. Rakj rendet a szókétyák között!

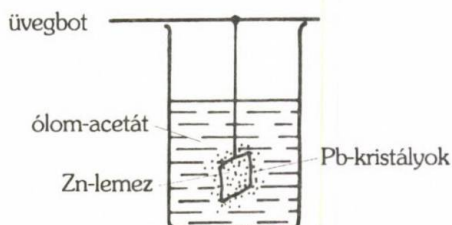
atom	ion	kémiai részecske	kation	anion	Ca^{2+}
------	-----	------------------	--------	-------	------------------

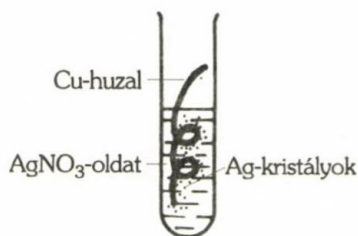
5. Mit jelent a nemesgáz-szerkezet kifejezés? Mely tulajdonság következik belőle?

A kísérlet a következő órai számonkérésnek is legyen része!

Az előző órai $\text{Zn} + \text{HCl}$ analógiájára az alábbi feladatot adhatjuk. Tegyé! kémcsőbe 1 cm hosszú magnézium-szalagot, majd önts rá kb. 2 ujjnyi hígított sósavat! Mutasd ki a fejlődő gázt, majd modellezd a szerkezetét! Írd le és értelmezd a képletét!

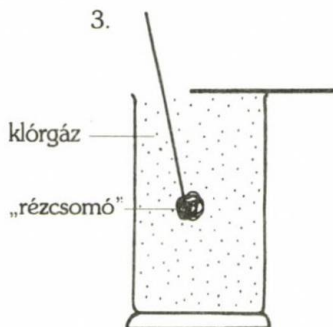
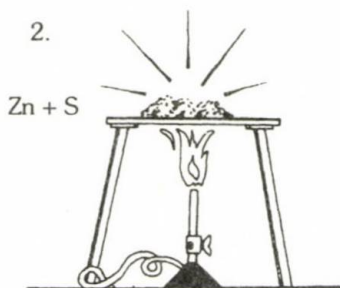
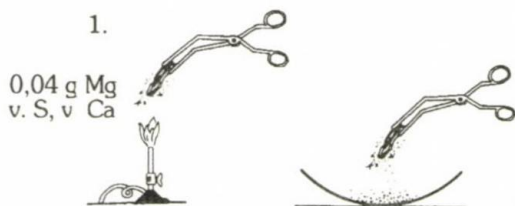
A fémek áramvezetése és ennek anyag-szerkezeti magyarázata a fizikaóráról már ismert. Ezen alkalommal megismételhetik különböző fémek áramkörbe iktatását. Konkrét műveletekké válik a fémek megmunkálhatósága, ha acél-, réz- vagy alumíniumdrótot (illetve huzalt) hajlítgatnak; ólomdarabkát vagy kalciumdarabkát lemezzé kalapálnak a tanulók. A fémkristályokat szemléltethetjük az alábbi kísérletek eredményeként.





Az ionvegyületek fogalma bővebb tartalommal telik meg, ha a nátrium-kloridon és a magnézium-oxidon kívül újabb ionvegyületek keletkezését mutatjuk be (pl. kalcium égetésével a CaO , a magnézium klórgázzal való reagáltatásával a magnézium-klorid). További ionvegyületeket is bevihetünk a részösszefoglalásra vagy gyakorlásra. Közös jellemzőiket csak így tudjuk megállapítani.

A kémiai egyenletek és a kémiai számítások témaköre kevésbé lesz elvont és unalmas – krétajellegű, nehéz –, ha konkrét kísérletek bemutatásához, kísérleti rajzok felelevenítéséhez kötődik.



A kísérletek alapján megfogalmazható számítási feladatok:

1. 0,04 g Mg-szalag (4 cm) elégetésekor hány gramm a keletkezett termék? (Mg helyett égethetünk S-port vagy Ca-ot.)
2. Mekkora tömegű cink-szulfid nyerhető 5 g cink felhasználásával? Hány mól a keletkezett termék?
3. Hány gramm klórgázzal van szükség a 0,5 grammnyi réz(II)-kloriddá való alakításához?
4. Ebben a kísérletben 5 cm^3 (3 %-os) hígított H_2O_2 -ból MnO_2 segítségével oxigéngázt állítunk elő és kimutatjuk. Hány db oxigénmolekulát tartalmaz a keletkező gáz, ha feltételezzük, hogy az összes H_2O_2 elbomlott?

A cikkünk első részében a 7. osztály kémiaanyagának megkedveltetéséhez adtunk néhány ötletet, a továbbiakban azt tervezzük, hogy beszámolunk további tapasztalatainkról is.



Dr. Rózsahegyi Márta

Földönjáró kémia, botladozva

Nagy érdeklődéssel vettem kézbe *Lorencz Sándor: Földönjáró kémia és a környezetünk* (Savaria University Press, Szombathely, 1994.) című könyvét. Figyelemkeltőnek találtam a címet, első átlapozáskor tetszett az is, hogy sok kísérletre hivatkozik a szerző, tehát a nehéz, elvont, elméleti tárgyalás helyett valóban kísérleti alapon nyugvó anyagismeretet ad, és a környezetvédelmi kérdésekre is felhívja a figyelmet.

A könyv alapos átolvasása során azonban összességében olyan kedvezőtlen kép alakult ki bennem, hogy *senkinek sem ajánlom ezt a művet az alapfokú kémiatanításhoz*. A tankönyvírás nehéz és felelősségteljes feladat. Ha a szerzők egy tanárképző főiskola oktatói, élen a tanszékvezetővel, akkor a tanárok és a diákok minden bizonnal vakon bíznak abban, hogy a feldolgozott ismeretanyag szakmailag hibátlan. A szombathelyi szerzőgárda – bizonyára akaratán kívül – nem felelt meg ennek a bizalomnak. A teljesség kedvéért *fel kell vetni a lektor felelősségét is*. Ő vajon jelezte a szakmai hibákat, pontatlanságokat?

Mintegy *harminc komoly szakmai hibát* találtam a könyvben. A teljesség igénye nélkül álljon itt néhány. Szó szerint idézek, így az előforduló helyesírási hibákért nem vagyok felelős.

67. és 69. o. „A töltéssel rendelkező atomokat és molekulákat ionoknak nevezzük.”

(Az összetett ionok és a molekulák közé egyenlőségjelet tenni, azaz szinonimaként használni e fogalmakat, nagy zavart okozhat.)

74. o. „... az oxigén molekulatömege $2 \cdot 8 = 16$, jele O_2 .”

(Sajtóhiba persze előfordul a könyvekben, de más helyen meg a szén-dioxid atomtömegéről beszélnek, így könnyen elbizonytalanodhat az olvasó.)

78. o. „Legáltalánosabb anyagmennyiségi kifejezés a gyakorlatban a tömeg.”

(Egy mondattal sikerül két fogalmat tönkretenni, mert ezt olvasva se az anyagmennyiség, se a tömeg fogalmát nem értem. Vajon mit szólnak ehhez a fizikatanárok?)

101. o. „A kémiai reakciók során felszabaduló vagy elnyelődött hő reakcióhőnek nevezzük.”

(Ebben van igazság, de vajon mennyi anyag reagáljon?)

102. o. „Elegyek képződhetnek úgy is, hogy gáz oldódik folyadékban. Ilyen például a szódavíz, amelynek komponense a víz és a szén-dioxid.”

(A keverékek, elegyek képződésére az jellemző, hogy nem történik kémiai változás a komponensek között. A szén-dioxid és a víz viszont szénsavvá egyesül, amely két lépésben disszociál. Kétségtelen, hogy első lépésként feltelezhetünk vízben oldott szén-dioxid-gázt, de ha szódavízről beszélünk, akkor nem erre a rendszerre gondolunk.)

122. o. „Reakciókészsége kisebb, mint az alkáli és az alkáliföldfémeké, azonban az alumínium lúgos és savas kémhatású oldatokban is oldódik. Ezzel szemben, ha a felületén vékony oxidréteg (Al_2O_3) alakul ki, akkor a további oldódást az megakadályozza.”

(A fém-oxidok egyik jellemző tulajdonsága, hogy savakban oldódnak. Az alumínium-oxid nátrium-hidroxid-oldatban is oldódik, ezen alapul a timföldgyártás. A szerző bizonyára arra gondol, hogy a vizet nem bontja az összefüggő oxidréteggel bevont fém. Ezt hogy találja ki a gyerekek?)

129. o. „Ha tömény salétromsavba faszenet teszünk a sav bomlik és CO_2 is keletkezik, a faszén elég.”

(Igensak meglepődik, aki ezt kipróbálja! A felizzított faszén a forró savgőzben valóban lángra lobban, de hidegen nem sok változás tapasztalható. Logikailag sincs rendben ez a mondat, mert „a sav bomlik” után arra kellene utalni, hogy nitrogén-dioxid és oxigén képződik, a szén pedig szén-dioxiddá ég el.)

141. o. „Első lépésként téglafogóval, vagy égetőkanállal lógassunk a klórgázba vasgyapotot! Heves oxidációt fogunk tapasztalni. Ismételjük meg a kísérletet rézgyapottal! Hasonlót fogunk tapasztalni. A fémek a klórgázban oxidálódnak! A klórgáz erős oxidálószer.”

(Ha nem izzítjuk fel előzetesen a fémeket, akkor semmit sem fogunk tapasztalni. A másik probléma az, hogy az oxidáció eddig csak oxigénnel való egyesülést jelentett. A fogalom bővítése csak a 149. oldalon szerepel.)

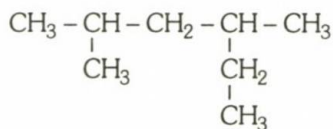
149. o. „... oldjunk vas-szulfátot vízben, az oldatba merítsünk „zöldre” oxidált rézlemezt.”

(Pontatlanság, hogy nem adják meg a vas vegyértékét. Már jó néhányszor hevítettem rézlemezt, de az mindig fekete lett, a réz(II)-oxid a tankönyvek és szakkönyvek szerint is fekete. Lehet, hogy a patinára gondol a szerző? Annak viszont mi köze van a réz-oxidhoz?)

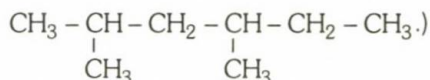
148. o. „Vannak olyan átmeneti fémek, amelyek csak oxidáló hatású savban (kénsav, salétromsav) oldódnak két lépésben. Ilyen fémek: réz, ezüst, arany, higany, platina.”

(Ismereteim szerint az arany és a platina nem oldódik sem kénsavban, sem salétromsavban! Ha a királyvízről nem akart írni a szerző, akkor ezt a két fémot ki kellett volna hagyni a sorból.)

164. o. Elágazó szénláncra a következő példa szerepel:



(Ez a képlet helyesen felírva a következő:



214. o. „Próbálj vajat készíteni! Jól bedugaszolt üvegben rázd hosszú ideig, amíg úgy látszik, hogy már nem folyik, hanem „egy darabban mozog”. Ha elég türelmes vagy, kiütögetéskor vaj csúszik ki az üvegből.”



(Vajon hogy lesz vaj a tejfölből? Valószínűleg tejszínre gondolt a szerző.)

Alapvető követelmény, hogy a tankönyv minden mondata világos, érthető, egyértelmű legyen. Ebben a könyvben számos olyan mondat szerepel, amelyet talán a szakember megért, de a gyerekek fejében nagy zavart kelthetnek a nem pontos fogalmak, definíciók, a valóságot csak részben fedő állítások. Hangsúlyozom, nem az a probléma, hogy a 220. oldalig zömmel daltoni szinten tárgyalja a szerző a kémiát, hanem éppen az, hogy *olyan fogalmakat is használ, amelyek nem érthetőek atomszerkezeti ismeretek nélkül*. Így például a vizes oldatok kémhatása, a kősó elektrolízise, a Daniell-elem működése bemagolható, de meg nem érthető az elektron, a proton, az atomok és molekulák szerkezetének ismerete nélkül.

Következzék néhány példa az érthetetlen, rosszul megfogalmazott mondatok közül.

26. o. „A különböző anyagoknak különböző, legkönnyebben meghatározható, legkönnyebben mérhető sajátosságát használják a gyakorlatban, a felhasználás során.”

34. o. „A kölcsönhatás és a hőmérséklet változása idézi elő az anyag átalakulását.”

36. o. „Nagyon sok ilyen mérgező anyag ismeretes, amelyeket az ember nem tud nélkülözni, mert azok létfenntartásához szükségesek.”

62. o. „A ragasztásnál hozzáadunk (enyvet, csirizt, stb.) ragasztóanyagot, az atomok összekapcsolódásakor ezzel ellentétben hő szabadul fel.

95. o. „Adott mennyiségű gáz állapota tehát a nyomástól és a hőmérséklettől függ. Ezt fejezi ki az általános gáztörvény: $pV = RT$.”

127. o. „Az egyensúly mindig úgy tolik el, hogy a külső kényszerhatást elkerülje. Ilyen értelemben a kémiai reakciók megfordíthatók.”

148. o. „Az elektromos töltés is anyagi dolog...”

150. o. „Azaz a vas oxidálódott a réz mellett. Azonban, ha a réz mellé ezüstöt teszünk, akkor a réz oxidálódik.”

218. o. „Az atomokból a kémiai változások során molekulák képződhetnek, a molekulából pedig elemek vagy más molekulák vagy ionok jönnek létre.”

227. o. „Mivel a legkülső elektronburok rétege határozza meg az atom kémiai tulajdonságát, ...”

Mivel kollégák, vagyis szakemberek olvasák a lapot, ezért nem növelem a terjedelmet a fenti idézetek általam vélt magyarázatásával, értelmezésével.

Végezetül nem hagyhatom szó nélkül az igen nagy számú helyesírási és kémiai helyesírási hibát. Azért sorolok fel néhány jellemzőt ezek közül, mert sajnos eléggé el nem ítéhető módon más könyvekben, cikkekben is találkozhatunk ilyenekkel. Zárójelben feltüntettem a helyesen írt megfelelőt: rádióaktív (radioaktív), kalcium (kalcium), kénhidrogén (kén-hidrogén), Diesel-olajokat (dizelolajokat), széntetraklorid (szén-tetraklorid), kálium-jodid (KJ) (a képlet helyesen KI), papír (papír), enyvet, csirizt, stb. (enyvet, csirizt stb.).

Bírálni nem hálás feladat. Csak azért teszem, mert bízom abban, hogy a szerzőkben megvan a hajlandóság a hibák kijavítására.

Bodó Jánosné

Kémiai reakciók gélekben

Egy szakmai továbbképzésen hallottam először a gélreakciókról. Rögtön megragadott a színes kémcsövek látványa. Az is felkeltette az érdeklődésem, hogy a kémcsövekben kialakult állapot hosszú ideig megtartható, szerencsés esetben 30 évig is. Magam is elindítottam néhány folyamatot. Mint a kertész, aki mindennap lesi, mennyit nőtt előző nap óta az elvetett magból kikelt növény, olyan szeretettel lehet figyelni a kémcsövekben növekedő kristályokat. Környezetemet elkápráztattam velük: „De szép! Mi ez? És mire jó?” – hallottam a véleményeket. Gondolataimat ebben a sorrendben próbálom összegezni.

„De szép!”

A gélekben lejátszódó reakciók lényege az, hogy a kémiai folyamat egyik reagensét (belső elektrolit) juttatjuk a gélbe (zselatin, szilikagél, agar-agar, olajsavészter, poli-(vinilalkohol)) és megdermedés után a másik reagens oldatát (külső elektrolit) ráöntjük. Az utóbbi oldat ionjai bediffundálnak a gélbe és ott találkoznak a másik oldat ionjaival, köztük bizonyos feltételek mellett lejátszódik valamilyen folyamat, amelynek eredménye egy állandósult mintázat, amit évekig lehet tárolni.

Néhány esetben egy folytonos sáv után a csapadékkiválás periodikusan történik és az edényben a „csapadéktárcsákból” gyűrűrendszer keletkezik. Ennek felfedezése Liesegang nevéhez fűződik (1898), bár Flicker és Ross szerint 1855-ben Runge már bejelentette ilyen irányú észrevételeit. Tovább folytak a vizsgálódások és 1903-ban H.W. Morce és G.W. Pierce felállították az időtörvényt:

$$\frac{x_n}{\sqrt{t_n}} = \text{állandó},$$

ahol az x_n az n -edik csapadéksáv távolsága a gélfelszíntől és t_n a sáv megjelenésének időpontja.

1923-ban Jablozynsky közzétette a távolságtörvényt:

$$\frac{x_{n+1}}{x_n} = \text{állandó},$$

ahol x_{n+1} és x_n az $(n+1)$ -edik és n -edik sáv távolsága a gélfelszíntől. Tehát a gélfelszíntől való távolság növekedésével a gyűrűk egymástól mért távolsága és vastagsága növekszik. Ezt Hughes továbbfejlesztette:

$$\frac{d_n}{\sqrt{t_n}} = \text{állandó és } \frac{d_n}{d_{n-1}} = \text{állandó},$$

ahol a t_n az n -edik gyűrű képződésének kezdete, d_n pedig a gyűrűk távolságát jelöli. A szomszédos gyűrűk távolságának hányadosa állandó. [4]

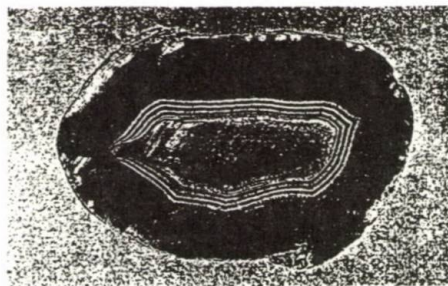
Természetesen sokan foglalkoztak a jelenség magyarázatával. A legismertebb elképzelés Wilhelm Ostwald túltelítettségi elmélete. A nagyobb koncentrációjú külső elektrolit bedifundál a gélbe. Amikor a külső és belső elektrolit ionok koncentrációjának szorzata eléri az oldhatósági szorzatot, ill. ennél nagyobb értéket, az adott térrészben a rendszer az adott csapadékra nézve túltelítetté válik, és az kiválik. A kiválás ionokat von el a környezettől, ezért diffúzió indul meg a csapadékos zóna felé, így a csapadék alatti térrész elszegényedik a második komponens ionjaiban, aminek következtében a csapadék nem tud kiválni. „Szünet” következik, el kell telnie egy kis időnek, amíg a gélfelszíntől egy bizonyos távolságra a kon-

centrációk szorzata ismét eléri a kritikus értéket, és megkezdődhet a második sáv kialakulása. Emellett a *versengő részecskenövekedési elmélet*, Wolfgang Ostwald diffúziós hullámmodellje és a *szolkoagulációs elmélet* próbálta megmagyarázni a jelenséget.

Ezeket az elméleteket matematikailag is igyekeztek leírni, különböző fizikai (Fick I. törvénye) és kémiai (oldhatósági szorzat) összefüggések felhasználásával.

A különböző elképzelések sem tudnak megmagyarázni néhány jelenséget. Például találta az üres zónában is elszórt kristályokat. Létezik olyan sávrendszer is, amelyben a csapadéktárcsák távolsága a gélfelszíntől távolodva csökken. A sávok néha finom, másodlagos sávrendszert is tartalmaznak, sőt spirális alakzat is kialakulhat.

A természetben is találhatunk ilyen sávozódást. Az achátban valamilyen fém (főleg vas) oxidja alkotja a csíkokat, amelyek az achátlemez határvonalait követik. [10] (1. kép) A kvarckőben is megfigyelhető sávos aranyerezet. Az állati szövetekben, például epekőben a kristályos anyag ilyen rétegződést mutat, sőt bizonyos baktériumtenyészetekben koncentrikus gyűrűs alakzat alakul ki. [4]



1. kép

A csapadékképződésen kívül érdemes végigkísérni az ún. „fém-fák” történetét. Ha a gélben lévő fémionnál aktívabb fémet helyezünk a gél tetejére, az redukálja a gélben oldott fémiont, az kiválik, az aktívabb fém oldatba megy. A kivált fém az aktívabb fémtől kiindulva ágas-bogas fát alkot. Az ágakon keresztül fémes kontaktus van a fa vége (ahol a fémkiválás történik) és az aktívabb fém (ahol az oxidáció történik) között. Ilyen módon szép ólom-fát és

ezüst-bokrot lehet növesztetni gélekben, ahol sokáig eltarthatók az egyébként törékeny képződmények. (2. kép)

A modern technikában a gélreakciókat nagy egykristályok növesztésére használják fel, például félvezetők előállítására (CsSnI_5 , PbSnBr_3). Különösen nagy egykristályokat lehet így előállítani. Más módszerrel (pl. oldatból) nem lehet ilyet nyerni. Az egyik módszer: U-csőben gélét hagynak megdermedni, majd a két szárába öntik a két reagenst, amelyek a gélbe diffundálva egymással találkoznak és kristályokat alkotnak. Ezután a két szárba töményebb oldatokat öntenek, így a meglévő kristályok növekednek. Azután mindig töményebb és töményebb oldattal pótolják a gélfelszínen az oldatokat, így rendkívül nagy kristályokat érhetnek el. A gélekben keletkezett kristályok jól tanulmányozhatók (például mikroszkóp alatt) anélkül, hogy a gélből kivonnánk, de mivel a gélek vízdoldhatók, a kristályok viszont nem, ezért egyszerűen lehet választani őket. [2]

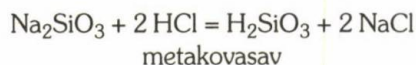
„Mi ez?”

A reakciók színteréül szolgáló gélek kolloid koherens rendszerek, a közegben eloszlatott szupermolekuláris szerkezetű anyag térhálós vázat képez. A térháló közeit víz, illetve a benne oldott belső elektrolit tölti ki. [11]

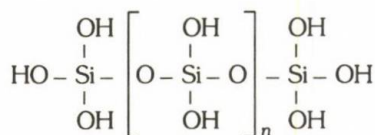
A „zselatin” az állati kötőszövetből vizes vagy savas főzéssel kivont, többé-kevésbé lebomlott kollagén, az enyv tisztított formája. A zselatinoldat kocsonyásodó képessége onnan ered, hogy a kollagén molekulák lazán

egymáshoz kapcsolódnak és az oldatban sokmolekulás szöveteket alkotnak, amelyeknek közeit vízmolekulák töltik ki. [9]

A szilikagél alkáli-szilikátok oldatainak savval való reakciójakor keletkezik. Ilyenkor kolloid oldat vagy csapadék alakjában igen változatos kovasavak keletkeznek.



Két vagy több molekula metakovasavból víz elvonásával különböző izopoli-kovasavak keletkezhetnek.



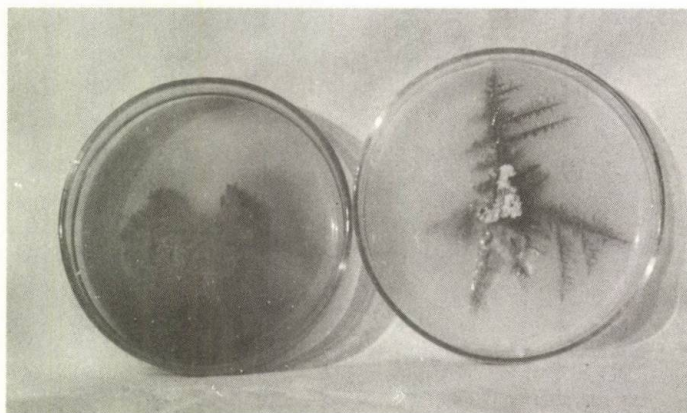
A $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$ sziloxán kötések térhálót alkotnak. A kolloidméretű polikovasavak jelentős mennyiségű vizet képesek megkötni. [8]

A gélekben történő reakciók eredménye sok körülmény függvénye. Ugyanaz a folyamat másképpen mehet végbe különböző gélekben: (pl. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{AgNO}_3$) zselatinban (vörösbarna sávrendszer) és szilikagélben (csillogó kristályok). Nem mindegy, hogy melyik anyag a külső, illetve belső elektrolit (pl. Pb -acetát + $\text{KJ} \rightarrow$ sárga csapadék, $\text{KJ} + \text{Pb}$ -acetát $\rightarrow$ gyűrűrendszer).

A pH is fontos tényező. Például a szilikagél esetében túl magas pH-n a gél ki sem alakulhat, ha meg nagyon alacsony, túl gyorsan megdermed.

Általában az a jó, ha 8-12 óra alatt történik meg a gélesedés. 4-5 körüli pH-értéken keletkezik buborék- és csomómentes gél. Ha a pH = 7, leáll a fém-fa növekedése.

A reagensek koncentrációját is alkalmasan kell megválasztani. A belső elektrolit koncentrációját alacsonyra, a külsőt magasra szokták állítani, hogy bediffundáljon a gélbe. A diffúzió sebessége függ a koncentrációgradienstől.



2. kép

A koncentráció hat a Liesegang-gyűrűk kialakulására is. Ha a külső elektrolit koncentrációja túl nagy a gyűrűk kialakulásához, akkor egy összefüggő csapadéksáv keletkezik, amely elfogyasztja az ionokat. A tovább diffundáló, kisebb koncentrációjú ionok már kialakíthatnak Liesegang-gyűrűket. Ez az önszabályozó rendszer teszi lehetővé, hogy a természetben is megjelenhetnek ilyen sávrendszerek.

A fém-fák növekedésében is szerepet játszik a koncentráció: ha kisebb, a fa lassabban növekszik, kevésbé bokros lesz, de szebb kristályok keletkeznek. [1]

A hőmérséklet a kristályosodás alatt közel állandó, szobahőmérséklet, de lehet ettől eltérő is. A csapadéknövekedés alacsony hőmérsékleten engedelmeskedik a gyökös összefüggésnek, de 52 °C-on már arányos az idővel. Alacsony hőmérsékleten ki sem alakulnak a gyűrűk. [3]

Nem közömbös az edény alakja sem. A kísérlet megvalósítható kémcsőben, vagy U-csőben, kristályosító csészében, petri-csészében, sőt üveglapon is létre lehet hozni vékony gélréteget.

Más tényezők, például a reagensek minősége is számíthat.

Az ólom-fa növekedése esetén az aktívabb fémek változtatva, eltérő lesz a fák alakja. A cinkkel a fa bokrosabb, vassal karcsúbb és élebben körülhatárolt, az ón esetében a fő- és mellékágak sík alakúak lesznek. [1] Glükóz hozzáadásával megváltozik a kristályszerkezet, például a KJ + Pb-acetát glükózzal hosszú kristálykígyókat növeszt, míg anélkül apró kerek lemezeket. [7]

Gélkészítés

Kísérleteimet zselatinban és szilikagélben végeztem. Lehetne vizsgálni agar-agar kocsonyában, gyümölcszselében, poli-(vinil-alkohol)-ban, olajsavészterben is.

Zselatingél készítése

4 g zselatint 10 perc-re beáztattam 40 cm³

vízbe, utána vízfürdőn melegítettem, amíg tiszta oldatot nem kaptam. 2 cm³ belső elektrolitot adtam hozzá kémcsőbe vagy petricsészébe öntöttem és megvártam, míg megdermed.

Szilikagél készítése

15 cm³ 1 mol/dm³ koncentrációjú ecetsavhoz 2 cm³ belső elektrolitot adtam, utána erős keverés közben 15 cm³ Na₂SiO₃-oldatot öntöttem (160 cm³ kereskedelmi vízüveg 1 dm³-re hígítva), megvártam, míg megdermed. [7]

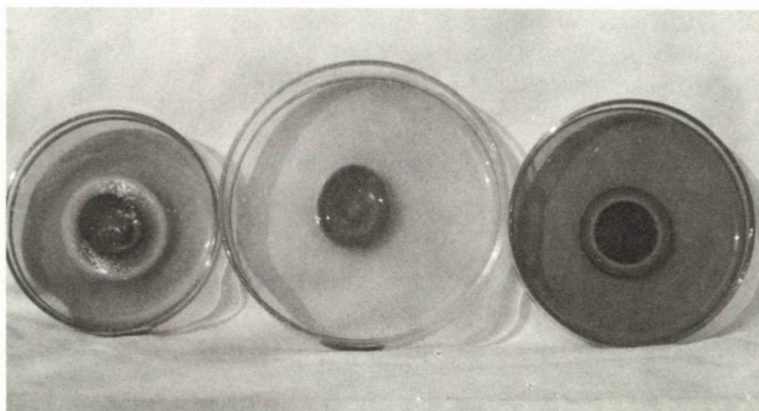
Bázikus szilikagél készítése

7,5 cm³ 1 mol/dm³ ecetsavat elegyítettem 7,5 cm³ desztillált vízzel, utána erős keverés mellett hozzáöntöttem 15 cm³ Na₂SiO₃-oldatot, megvártam, míg megdermed.

Borkósavas szilikagél készítése

15 cm³ 1,5 mol/dm³ koncentrációjú borkósav oldathoz (225 g borkósav, 1 dm³-re hígítva) erős keverés mellett 15 cm³ Na₂SiO₃-oldatot öntöttem és megvártam, míg megdermed.

A gélesedés alatt az edényt rázkódásmentesen, függőleges helyzetben kell tartani, hogy a gél szerkezete ne deformálódjon. Miután a külső elektrolitot hozzáadtuk, erősen dugaszoljuk le az edényt, hogy a párolgást (a gél kiszáradását) megakadályozzuk. A dugót parafinnal körbe is önthetjük, vagy leforraszthatjuk a kémcsövet. Így akár 30 évig is eltartható a gél. (A zselatin és agar-agar csak 1-2 évig.)



3. kép

„És mire jó?”

A reakciók gélekben történő lejátszódása egy sor fizikai és kémiai jelenség, törvényszerűség tanulmányozását teszi lehetővé. Például remekül lehet szemléltetni a diffúziót, a diffúziósebesség különböző paramétereitől való függését (például anyagi minőség, koncentráció, hőmérséklet). Ugyanezt elektromos mezőben is el lehet végezni. Tanulmányozni lehet különböző állapotú reagensek egymásra hatását (szilárd, gáz, oldott). Sok kémiai folyamat vizsgálata érdekesebb, mivel a folyamat pillanatszerű, de a gélben a reagensek találkozását a diffúzió lelassítja. Így menet közben is megfigyelhetjük ezt, de a végén kialakuló állandósult alakzatot évekig eltarthatjuk, sokáig bemutathatjuk. Egy sereg kémiai fogalommal is megismerkedhetünk a gélekkel való kísérletezés során, mint pl. az egyensúlyi koncentráció, oldhatósági szorzat, gélesedés, csapadék-kiválás, kristályosodás, reakciótipusok, indikátorok, fémek aktivitási sora, komplexképződés stb. A kémia minden területén található olyan folyamat, amelyet érdemes bemutatni gélben. Ezenkívül önálló téma lehet magának a gélnek a tanulmányozása is. Végül az sem közömbös, hogy ezekkel a látványos, érdekes kísérletekkel tanár, diák szívesen foglalkozik, már a szépségük miatt is.

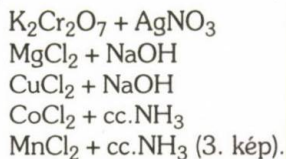
Végezetül néhány kísérlet, amelyet a tanításban is jól fel lehet használni.

1. Diffúzió tanulmányozása gélekben

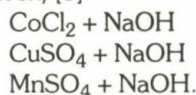
- Zselatingél + metilénkék vizes oldata: a festék bediffundál a gélbe (elsőként a belső elektrolitot írtam, a külső elektrolitot másodikként). [6]
- OH^- - és H^+ -ionok diffúziósebességének összehasonlítása
 - színtelen fenoltaleinos zselatingél + NaOH-oldat: a piros szín halad lefelé
 - piros fenoltaleinos zselatingél + HCl-oldat: felülről színtelenedik. [7]
- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ - és Cu^{2+} -ionok bediffundálnak a gélbe, a keményítő sódoldat nem. [7]

2. Csapadékképződési reakciók

- kialakul Liesegang-gyűrű (zselatingélben) [5]



- Nem alakul ki Liesegang-gyűrű (zselatingélben) [5]



Érdekes jelenség a $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaOH}$ rendszerben tapasztalható. A $\text{Cr}(\text{OH})_3$ csapadéktárcsa lefelé halad, az OH^- -ionnal komplexet képez. A csapadéktárcsa alulról hízik, felülről fagy, süllyed a gélben.

A külső elektrolit helyett gáz is lehet reagens:

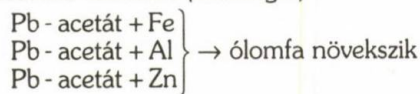


Sőt, mindkét reagens lehet gáz: egy hosszú vékony cső egyik végébe cc. NH_3 -oldattal átitatott vattát dugunk, a másik végébe cc. HCl -oldattal átitatottat. A keletkező fehér NH_4Cl kristályok periodikusan, sávokban alakulnak ki. [6]

3. Kristálynövesztés gélben (szilikagél)

- Pb-acetát + KI $\rightarrow$ sárga kristályok
- KI + $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$ narancsvörös kristályok
- Borkősavas gél + $\text{CuSO}_4 \rightarrow$ ragyogó kék kristályok
- U-csőbe szilikagél
 - egyik ágába CaCl_2
 - másik ágába Na_2CO_3 $\rightarrow$ kalcitkristályok keletkeznek

4. Redoxi-reakciók (szilikagél)



Al-darab szilikagélben + $\text{AgNO}_3 \rightarrow$ Ag-bor növekszik
 $\text{SnCl}_2 + \text{Zn} \rightarrow$ ónkiválás.

5. Ionvándorlás elektromos mezőben [7]

Az U-csőbeli gélben NaCl-oldatot oldunk, a két szárba Na_2CrO_4 - illetve CuSO_4 -oldatot öntünk. Az áramforrásra kapcsolva a Cu^{2+} - és a

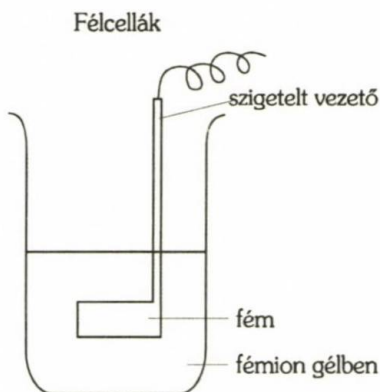
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ -ionok az ellenkező töltésű elektród felé vándorolnak.

Ha az ionvándorlás sebességét növeljük elektromos mezővel, megváltozik a kristályképződés is. Ha $\dot{U} = 0 \text{ V}$, a diffúziósebesség az idő négyzetgyökével arányos ($v \sim \sqrt{t}$). Ha növeljük a feszültséget, az arány közelít a lineárishoz ($v \sim t$) ($\dot{U} = 22,5\text{--}45 \text{ V}$). Ha $\dot{U}$ ennél nagyobb, megszűnik a Liesegang-gyűrű kialakulása. Ez bizonyítja, hogy a gyűrűk kialakulásában nagy szerepe van a diffúziósebességnek. (A diffúziósebesség 3-4-szeresére növekszik, mire elveszti a csapadék periódikus jellegét.) [3]

6. Elektrokémiai folyamatok

a) Félcellák

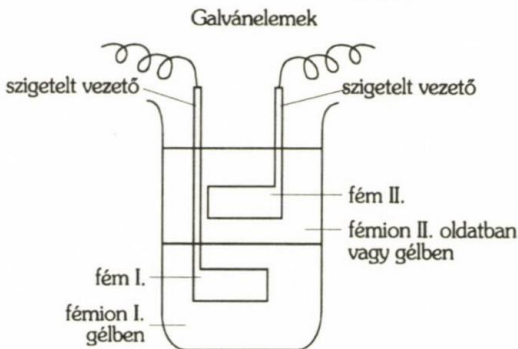
A gélek segítségével különböző elektródokat lehet előállítani. Sokáig eltarthatók, használhatók. (1. ábra)



1. ábra

b) Galvánelemek

A félcellákat úgy lehet galvánelemmé egészíteni, hogy a gélbe öntjük a másik elektród elektrolitját és beleállítjuk a fémét. A vizsgálat után a felső oldatot leöntjük, a gél lemoszuk, utána másik elektrolittal, a hozzá tartozó fémme új galvánelem állítható össze. Állandó összetételű galvánelem is készíthető, ha az alsó gél fölé egy másik elektrolittal készült gél öntünk és beleállítjuk a saját fémét. Így például összeállíthatunk egy Daniell-elemet. (2. ábra)



2. ábra

Bízom benne, hogy sokak érdeklődését felkeltettem a téma iránt, és a továbbiakban részletesebben is szeretném kidolgozni, hogy a kémia tanításában hol használhatók ezek az érdekes és gyönyörű jelenségek.

Irodalom

- [1] C.B. Hurd – H.F. Lamareaux: The Growth of Lead Trees in Silicic Acid Gels, Chem. Ed. 36. 9. September 1959.
- [2] S.L. Saib: Crystal Growth in Gels, Chem. Ed. 62. 1. January. 1985.
- [3] A.H. Sharbaugh III. – A.H. Sharbaugh Jr.: An Experimental Study of the Liesegang Phenomenon and Crystal Growth in Silica gels. Chem. Ed. 66. 7. July 1989.
- [4] Gálfi László – Smidróczki Éva: A Liesegang-jelenség. Természet Világa. 121. évf. 6. szám, 1990.
- [5] R.A. Schibeci – C. Carlsen: An Interesting Student Chemistry Project: Investigating Liesegang Rings. Chem. Ed. 65. 4. April. 1988.
- [6] H.N. Alyca: Kísérletek írásvetítőre. 7. of Chem. Ed. 46. 11. 1969/A 843.
- [7] Rózsahegyi – Wajand: 575 kísérlet a kémia tanításához. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.
- [8] Nyilasi János: Általános és szervetlen kémia.
- [9] Kajtár Márton: Változatok négy elemre.
- [10] Bognár László: Ásványhatározó.
- [11] Rohrsetser Sándor: Kolloidika.
- [12] Csató Anikó: Szakdolgozat. ELTE, Szervetlen és Anal. Kémia, Budapest, 1991.
- [13] Bodó Jánosné: Az intenzív továbbképzési dolgozat. ELTE, 1991.

Dr. Rózsahegyi Márta - Bereczki Annamária

Egy érdekes fém: a nikkel¹

Az elterjedten használt gimnáziumi szer-
vetlen kémia tankönyvek [1, 2] mosto-
hán bánnak a d-mező elemeivel. Sajná-
latos ez egyrészt azért, mert gyakorlati szem-
pontból rendkívül fontos fémek találhatók itt,
másképp az s- és p-mezőbeli fémek leggyak-
rabban szintelen vegyületeivel szemben az át-
meneti fémek vegyületei a szívárvány minden
színárnyalatát képviselik. Ezért egyszerű reak-
ciókkal [3] is szép, látványos kísérleteket vé-
gezhet a tanár vagy akár a tanuló is ebben a
témakörben. Az kétségtelen, hogy a legna-
gyobb gyakorlati jelentősége e fémek közül a
vasnak és a belőle gyártott acélnak van, ezért
indokolt, hogy a tankönyvek ezzel az elemmel
foglalkoznak részletesebben. Ezt figyelembe
véve is kevésnek és szegényesnek tartjuk azt a
két mondatot, amely a nikkel és a kobalt fel-
használását mutatja be:

„Nikkelből laboratóriumi edényeket, fogó-
kat, csipeszeket, orvosi eszközöket készítenek.
Gyakorlati szempontból a nikkel is, a kobalt is
fontos ötvöző elem.” [1]

A nikkel a múlt század végén igen értékes
nemesfémnek tartották. Valószínűleg már az
ókorban ismerte az emberiség ezt az elemet. A
kínaiak már az i.e. 2. században nikkel-, réz- és
ezüst-ötvözetet készítettek, ezt „pankfognak”,
kínai ezüstnek nevezték el, amely név máig
fennmaradt. A nikkel mint elemet *Kronstadt*,
svéd kémikus fedezte fel. A neve a német
Nickel szóból származik: a kohászok gyakran
nem tudtak a nikkel zavaró hatása miatt rezt
kapni az ércből, ezért az ásványt
kupferrickelnek (jelentése: rézdördög) nevezték
el. Ebből az ércből sikerült *Kronstadt*-nak a nik-
kelt tisztán kinyerni.

A nikkel nem tartozik a gyakori elemek kö-
zé, a földkéreg külső, 16 km vastagságú bur-
kában csak 0,018 tömeg% található, az ele-

mek gyakorisági sorában a 22. helyet foglalja
el. Évente néhány százezer tonna tiszta fémet
állítanak elő, a világ legnagyobb nikkeltermelő
vállalata *Kanadában* van.

A tiszta nikkel ezüstös csillogású fém, a
vashoz hasonlóan lehet kovácsolni, hengerelni,
huzallá húzni, hegeszteni, a vasnál kevésbé fer-
romágneses. A levegővel, vízzel, tömény lú-
gokkal szemben ellenálló, a savak – különösen
magasabb hőmérsékleten – a tiszta fémet fel-
oldják.

A nikkelben gazdag országokban készíté-
nek a fémből pénzürmét, főzőedényeket, tartá-
lyokat, más konyhai eszközöket. A nikkelter-
melés legnagyobb részét azonban ötvözetek
előállítására, főként acélnemesítésre használ-
ják. Meglepő adat, hogy a *nikkel-ötvözetek*
száma meghaladja a háromezretet. [4] Ezek
közül a köznapi életben talán legközismertebb
az *alpakka*, más néven kínai ezüst, amely réz,
cink, nikkel ötvözet. A technikában jártasak
talán tudják, hogy az egyik legrégebbi és legel-
terjedtebb acél, az ún. *V2A-acél* a vason kívül
18 tömeg% krómot és 8 tömeg% nikkel tartal-
maz. A 20 tömeg% krómból és 80 tömeg%
nikkelből álló *krómnikkel* hő- és korrózióálló.
A *durimet* nevű ötvözet annyira ellenálló vegyi
hatásokkal szemben, hogy még a forró, tö-
mény kénsav sem oldja. Ez is nikkel és krómot
tartalmazó acél. A technikában közismert a
konstantán – 54 % rézből, 45 % nikkelből és
1 % mangánból áll –, mérőellenállások készíté-
séhez használják, mert a hőmérséklet változá-
sával csak kismértékben változik az ellenállása.

Van olyan nikkel-ötvözet, amely nagyon ha-
sonlít az ezüstre, de annál jóval olcsóbb és nem
feketedik meg a levegőn, ezért az utóbbi évti-
zedekben ebből készül a divatékszerek nagy
többsége. Így derült ki, hogy az *európai nők*
mintegy 20 %-a allergiás a nikkelre. Ez azt
jelenti, hogy ha a bőr tartósan nikkelrel érint-
kezik, akkor kipirul, viszket, esetleg felhólyago-
sodik, kisebesedik. A fém áthatol a bőrön, re-

¹Felsőoktatásért és Kutatásért Alapítvány támogatásá-
val készült.

akcióba lép a test fehérjével, nikkel-fehérje-komplex alakul ki. Mondhatjuk azt, hogy ékszer viselni nem kötelező. De a legtöbb óra hátlapja is nikkelötvözetből készül, vagy nem is gondolnánk, hogy például a varrónők a gombostű, olló stb. használatakor szinte állandó érintkezésben vannak e fémekkel.

Több laboratóriumban megmérték a különböző használati tárgyak nikkelkibocsátását, és az a szabvány született, hogy a megengedhető határérték $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Érdekes gyakorlati feladat lehet a tanulók számára a saját órájuk, fülbevalójuk stb. „analízise”. [5]

Szükséges anyagok: dimetil-glioxim 1 t%-os alkoholos oldata, 10 t%-os ammóniaoldat (a kereskedelemben kaphatót 2,5-szeresére hígítjuk), vatta, a vizsgált tárgyak.

Eszközök: kémcső vagy főzőpohár az oldatoknak, csepegtető, üveglap.

Végrehajtás: cseppentsünk a vizsgált tárgyra egy csepp dimetil-glioxim- és egy csepp ammóniaoldatot, és dörzsöljük a felületet kis vattadarabbal kb. fél percig. Ha a vatta megvörösödik, akkor a tárgy nikkelt tartalmaz, méghozzá kibocsátható formában. Mint már utaltunk rá, a rozsdamentes acél viszonylag sok nikkelt tartalmaz, de nem bocsátja ki azt.

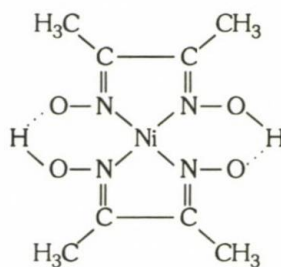
A futtatott, például arannyal bevont divat-ékszerek – ha a bevonat nem sérült még meg – negatív eredményt adnak, de ha kis felületen ledörzsöljük a bevonatot, akkor az újabb próba eredménye élénk piros színeződés lesz.

A vas és a króm is reagál a dimetil-glioximmal, és ez zavarhatja a próbát. Ezért,

ha a vizsgálat során barna színt észlelünk a vattán, akkor ismételjük meg a kísérletet úgy, hogy 20 t%-os citromsavoldatot cseppentsünk a fémre először, majd a továbbiakban hasonlóan járunk el, mint a végrehajtásban leírtuk. A vas és a króm szintelen komplexet képez a citromsavval, így a zavaró hatásukat kiküszöböljük.

Végezhetünk *vakpróbát* is annak a bizonyítására, hogy nem a vegyszerek szennyezése okozza a színeződést. Ehhez üveglapra cseppentsük a két oldatot, és fél percig dörzsöljük a felületet vattadarabbal.

Magyarázat: a nikkelion, mint a többi d-mezőbeli fém is megfelelő ligandumokkal komplexet képez. A dimetil-glioximmal képzett komplex szerkezetét az 1. ábra mutatja.



1. ábra

A reakció érzékenysége 3 ppm. [6] Megvizsgáltuk néhány köznapit és laboratóriumi tárgy nikkeltartalmát a leírt próbával, az észlelteket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

tárgy	fülbevaló	olló	csipesz	csőfogó	Al-lemez	új 5 Ft-os	új 2 Ft-os
eredmény	+ halvány	+ erős	+ erős	+ erős	–	+ barnás	+ halvány

1. táblázat

A csőfogó esetében a vörös szín nemcsak a vattán, hanem magán a fémén is jól látható volt. A nikkel legérdekesebb és egyik legújabb felfedezett ötvöze az 55 tömeg% nikkelt és 45 tömeg% titánt tartalmazó *nitinol*, köznapin néven: *emlékező fém*. Ez azt jelenti, hogy ha a nitinol alakját egy Tc kritikus hőmérséklet feletti hőkezelés során kialakítják (pl. spirált készítenek belőle), akkor a fém erre az

alakra a Tc hőmérséklet alatt bekövetkező maradandó alakváltozás után is emlékezik. Tehát ha lehűtik és kiegyenesítik a spirált, akkor újra a Tc hőmérséklet fölé hevítve, visszanyeri a spirális alakot. A kritikus hőmérséklet értéke az ötvözet pontos összetételétől függ. [7]

A kritikus hőmérséklet alatt az ötvözet ún. *martenzit* fázisban, fölötté pedig *ausztenit* fá-

zisban van. A kétféle fázis tulajdonságait a 2. táblázatban hasonlítjuk össze.

Auszenit	Martenzit
rideg	flexibilis
keményebb	puhább
sűrűsége kisebb	sűrűsége nagyobb
leejtve tompa puffanást hallunk	leejtve csengő hangot hallunk

2. táblázat

A meglepő viselkedés magyarázata a következő. Induljunk ki az auszenit fázisból! Ennek a szerkezetét, mint a 2. ábrán látható, síkban derékszögű ráccsal reprezentálhatjuk, a rácspontokon nikkel- illetve titánatomok vannak. Ha az anyagot hűtjük, a martenzit fázisba jutunk, az átalakulás során az atomok kismértékben elmozdulnak eredeti helyükről. Az auszenit szerkezet derékszögű síkjai elcsúsznak, deformálódnak. A 90°-os szögek kb. 96°-ra változnak. A martenzit fázis kétdimenziós szerkezetén paralelogrammákat látunk. Figyelmesen nézve az is látható, hogy kétféle paralelogrammát tartalmaz a fázis, az egyik fajta jobbra, a másik balra dől.

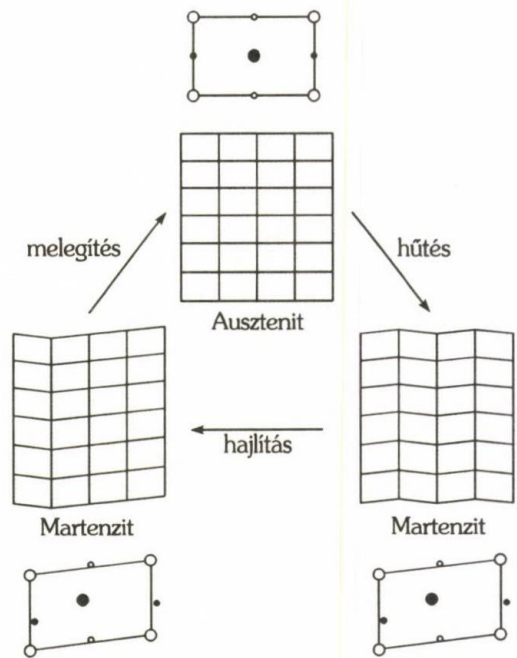
Amikor a drótot meghajlítjuk, a különböző paralelogrammák dőlése megváltozik, hogy ezzel védekezzen a hajlítás ellen. Végül, amikor az ötvözetet újra fellemelegítjük, az atomok visszatérnek eredeti helyzetükbe.

Ha rendelkezésünkre áll legalább 10-20 cm hosszú drót a nitinolból, akkor már látványos kísérletként bemutatható a spirális-egyenes átalakulás hőmérséklet-változás hatására. Ismereteink szerint az angliai *Goodfellow* nevű, főként fémeket forgalmazó cégtől lehet ilyen anyagot rendelni, sajnos nem túl olcsón.

Ötletes művészeti felhasználás a változó alakú szobrok készítése. Ezek közül a legismertebb az Oliver Deschangs tervezte „Les Trois Mains” (A háromkezű) szobor, továbbá a sielőt ábrázoló szobor. A nitinolból készült kezek hidegben lefelé állnak, melegben a fázisátalakulás miatt felemelkednek. A sielő hidegben guggol, melegben felegyenesedik.

E nem régen ismert ötvözetnek máris számos ipari felhasználása van. Így például a dízelüzemű Mercedes-Benz gépkocsikban egy alakemlékező ötvözetből készült szelep van,

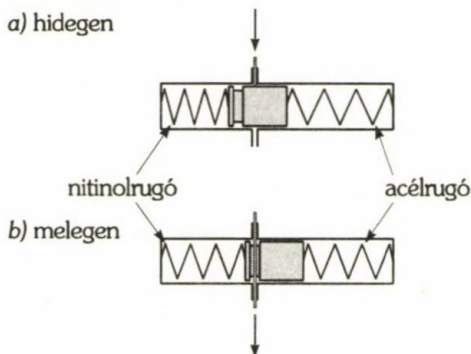
amely a hőmérséklet függvényében szabályozza az üzemanyag adagolását. Mint a 3. ábra mutatja a nitinolból készült rugó, egy acélrugó és egy dugattyú képez egy kapcsoló szerkezetet. A rugók és a dugattyú egy bejárat és egy kijárat nyílással ellátott tokban foglalnak helyet. Amikor a motor hideg, a nitinol martenzit fázisban van és flexibilis. Az acélrugó ereje elég ahhoz, hogy eltolja a dugattyút, és ezáltal összenyomja a nitinolrugót. Ez elzárja a folyadék útját. Ahogy a motor fellemelegszik, a nitinol átalakul auszenit fázisba és visszaemlékezik kinyújtott formájára, így ellenkező irányba tolja el a dugattyút és az acélrugót, vagyis a szelep kinyílik, az olaj átfolyhat. Tapasztalatok szerint ez a kapcsolás több milliószor is létrejöhethet, amíg a nitinolrugó nem deformálódik.



2. ábra

Igen fontos és egyre szélesedő felhasználást nyer a nitinol a gyógyászat különböző ágai-ban. Könnyű belátni, hogy a merev, esetleg törékeny szemüvegkeretnél mennyivel praktikusabb az olyan, amelyik a deformáció megszűnt után beavatkozás nélkül visszanyeri eredeti alakját. A fogszabályozásra használt régi típusú „dróthidat” gyakran kellett állítani. Ezzel szemben a nitinolból készült szabályozót

ausztenit fázisban helyezik el, jó szorosra húzzák, a szorítás váltja ki azt a hatást, amitől az ötvözet martenzitté alakul. A szorítás megszűnte után az anyag igyekszik az ausztenit fázisba visszatérni, közben a fogakat a megfelelő helyre húzza. A fogakra ható erő így nagyobb és folyamatosabb, mint a régi típusú szabályozók esetén. A sebészetben törött csontok összekapcsolására használható, kísérletek folynak ereik tágitására is.



3. ábra

Mind az elektrokémia, mind a korrózió tárgyalásakor szó esik a *védő fémbevonatok készítéséről*. Itt is beszélhetünk a nikkelről, illetve

a vegyületeiről, mert a nikkeltermelés kb. 5 %-át ilyen célokra használják.

Folytathatnánk még a különböző felhasználási módok ismertetését, de úgy gondoljuk, hogy az eddigi példák is mindenkit meggyőznek arról, hogy ha van néhány nélkülözhető perc a fémek tárgyalásakor, akkor érdemes a nikkelre és ötvözeire kitérni.

Irodalom

- [1] Boksay - Csákávári - Kónyáné: Kémia III. osztály. Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.
- [2] Z. Orbán Erzsébet: Kémia III. osztály. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1993.
- [3] Rózsahegyi - Wajand: 575 kísérlet a kémia tanításához. Tankönyvkiadó, Budapest, 1990.
- [4] Venickij: Barangolás a fémek birodalmában. Műszaki Kiadó, Budapest, 1986.
- [5] Barwick - Singleton (Education in Chemistry, 31, 2. szám, 1994.)
- [6] Barcza Lajos: A minőségi kémiai analízis alapjai. Medicina Kiadó, Budapest, 1989.
- [7] Gisser és munkatársai (Journal of Chemical Education, 71, 4. szám, 1994.)

Dr. Wajand Judit – Halász Antónia

Ficáncoló fémek, lüktető szívek

Az energiatárolás egymásba való átalakulásának szép példái az ún. „lüktető szív”-es kísérletek. Már a múlt században több kutató foglalkozott ezzel a témával. Berzelius elektromos áram hatására bekövetkező higany-oszcillációt vizsgálta. Runge higanyt, vasat és cinket helyezett réz(II)-szulfát-oldatban egymás közelébe és figyelte a változást. Paalzow kromátos-kénsavas közegben tanulmányozta a higany geometriai változásait.

Ezek a kísérletek mai kémiaoktatásunkban tanórákon, fakultációs órákon, szakkörökön, alacsonyabb és magasabb szinten is nagyon jól felhasználhatók. Kiválóan alkalmasak arra, hogy *hidat alkossanak a redoxireakciók és a tanulók számára olykor nehezen érthető elektrokémiai folyamatok között*. Ezen kívül a fo-

lyadékok (folyékony fémek) néhány érdekes tulajdonságát, a *felületi feszültséget*, az *elektrokapilláris hatást*, a *viszkozitást*, illetve az *egyes energiatárolás egymásba való átalakulását* is érdekesen, látványosan szemléltethetjük segítségükkel.

Az előbbieket demonstrálására két szobahőmérsékleten, illetve ennél valamivel magasabb hőmérsékleten cseppfolyós fém, a *higany* és a *gallium* alkalmas.

A kísérletek közös jellemzője, hogy a cseppfolyós fémeket erősen oxidáló (pl. kénsavas dikálium-dikromát- vagy kénsavas kálium-permanganát-oldatokba) közegbe helyezzük és vasszőg hegyével megérintjük.

A következő két kísérlet a közismert [4] lüktető higany-szív kísérletnek módosított változa-

tai. Az elsőben a dikálium-dikromát-oldatot cseréljük ki kálium-permanganát-oldatra, a másodikban pedig a higanyt helyettesítjük galliummal.

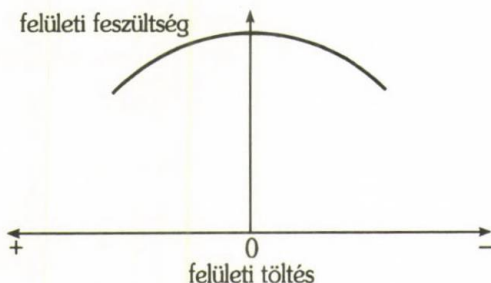
1. Lüktető higany-szív

Szükséges anyagok: 1 csepp higany, híg KMnO_4 -oldat, cc. és 6 mol/dm^3 koncentrációjú H_2SO_4 -oldat.

Szükséges eszközök: nagy óraüveg, vasszőg.

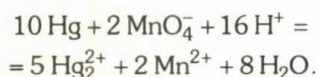
Végrehajtás: A higanycseppet helyezük az óraüvegre és öntsük körül 6 mol/dm^3 koncentrációjú H_2SO_4 -oldattal. Adjunk hozzá annyi KMnO_4 -oldatot, hogy gyengén rózsaszínű legyen. A vasszőget úgy helyezük el, hogy a hegye éppen érintse a higanycseppet. Ha a csepp elkezd pulzálni, adjunk még hozzá $0,5\text{--}1 \text{ cm}^3$ cc. H_2SO_4 -oldatot.

Magyarázat: A higanycsepp alakját a felületi feszültségen keresztül a felületi töltés nagysága szabja meg. A felületi feszültség az alábbiak szerint függ a felületi töltéstől:



Akkor a legnagyobb a felületi feszültség, ha nincs felületi töltés, míg bármely előjelű töltés növekedése csökkenti azt. A felületi feszültség növekedésével a higanycsepp összehúzódik, minél kisebb felület elérésére törekszik. Ha van a felületen töltés, akkor a taszítás miatt minél nagyobb felület elérése a cél, a higany ellaposodik.

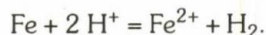
Amint a higanycsepp a savas, oxidáló közegbe kerül (a), a felületét a permanganát oxidálni képes:



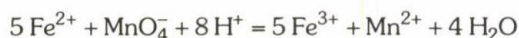
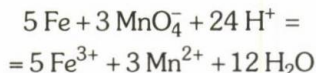
Kénsavas közegben a Hg_2^{2+} -ionok és a SO_4^{2-} -ionok Hg_2SO_4 csapadékréteget képeznek a fém felületén, mely a további oxidációt

meggátolja. A felületi töltés pozitív lesz, a csepp ellapul (b).

A vasszőg a kénsavas-permanganátos közegben többféle módon is oxidálódhat. A kénsav H_2 -fejlődés közben oxidálja a vasat, a gáz-buborékokat meg is figyelhetjük.



A permanganát-ion savas oldatban erősen oxidálja mind a vasat, mind a vas(II)-ionokat és megfigyelhető a rózsaszín oldat színének elhalványulása is a reakció során:



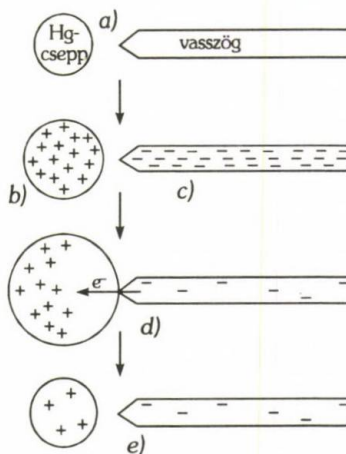
A vas oxidációja nagyon gyors folyamat, a redukció sebessége ezt nem is tudja egészen követni, így a vas felületén elektronok halmozódnak fel, negatív töltésű lesz a vasszőg (c).

A higanycsepp az ellapulása során közvetlen érintkezésbe kerül a vasszőggel, és a vason felhalmozódott elektronok nagy része átáramlik a higanyra (d).

Az elektronok a higany felületén lévő Hg_2^{2+} -ionokat fémhigannyá redukálják. Mivel ekkor a higanycsepp felületének pozitív töltése csökken, ezért a felületi feszültség nő, a csepp újra összehúzódik (e).

Az oxidáló közeg hatására a higany és a vas is újra oxidálódik (b, c) és kezdődik a folyamat előlről.

A higanycsepp felületének periodikus növekedése és csökkenése okozza a higany-szív lüktetését.



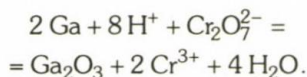
2. Lükettő gallium-szív

Szükséges anyagok: 15 g gallium, 3-4 cm³ 0,1 mol/dm³ koncentrációjú K₂Cr₂O₇-oldat, cc. és 6 mol/dm³ koncentrációjú H₂SO₄-oldat.

Szükséges eszközök: nagy óraüveg, vasszőg.

Végrehajtás: Tegyük a galliumot és a 6 mol/dm³ koncentrációjú H₂SO₄-oldatot az óraüvegre és melegítsük fel kb 50 °C-ra, hogy a fém megolvadjon. Öntsünk hozzá 3-4 cm³ K₂Cr₂O₇-oldatot és a vasszőget úgy helyezzük el, hogy a hegye éppen érintse a galliumot. Ha a pulzálás túl lassú lenne, adjunk még hozzá óvatosan egy kevés koncentrált kénsavat.

Magyarázat: A gallium-szív működése hasonló a higany-szívhez, de a működés mechanizmusa már eltérő. Az oxidáló savas közegben a vas – az előbbiekhöz hasonlóan – gyorsan oxidálódik. Azt várnánk, hogy a gallium még hevesebben fog oxidálódni, hiszen standard-redoxi-potenciálja ($E_{\text{Ga}/\text{Ga}^{2+}}^0 = -0,53 \text{ V}$) negatívabb, mint a vasé ($E_{\text{Fe}/\text{Fe}^{2+}}^0 = -0,44 \text{ V}$ és $E_{\text{Fe}/\text{Fe}^{3+}}^0 = -0,036 \text{ V}$). Mégsem tapasztalunk H₂-fejlődést a gallium felületén. Ebben szerepe lehet annak, hogy a galliumon a hidrogén csak nagy túlfeszítéssel válik le. Az oxidatív közeg hatására a fém felülete oxidálódik:

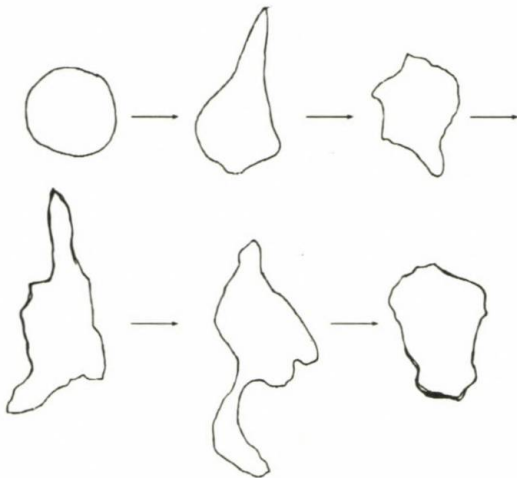


A felületen kialakuló oxidréteg a fém további reakcióját meggátolja. A felület pozitív töltésű lesz, a felületi feszültség csökken, a gallium ellaposodik. Ekkor hozzáér a vasszőghöz, s a vason felhalmozódott elektronok egy része átáramlik a galliumra a töltéskiegyenlítődés révén, és annak pozitív töltését csökkenti. Így a gallium felületi feszültsége nő, a csepp összehúzódik. Mivel ez egy erősen oxidatív rendszer, a Ga₂O₃-réteg újra kialakul, s kezdődik a ciklus előlről.

A gallium esetén az ellapulás és összehúzódás kevésbé ritmikus, mint a higany esetében. Ennek oka egyrészt a redoxireakciók különböző sebességében keresendő, másrészt a gallium az olvadáspontja körüli hőmérsékleten viszkozusabb, nehezebben mozog.

Érdekes megfigyelní, hogy a reakció során fejlődő hő olvadt állapotban tartja a fémot – azaz a kémiai energia egy része hőenergiává alakul.

A gallium-szívnek a higany-szívtől eltérő, amőbaszerű mozgását az alábbi rajzok mutatják:



A fémcseppek mindkét esetben erősen oxidáló közegben (kénsavas kálium-permanganát- vagy dikáliumk-diromát-oldatokban) helyezkednek el. Felületükhöz egy vasszőg hegye ér, amelynek hatására a cseppek élénk mozgásba kezdenek.

Az egyszerű redoxireakciók során közvetlen elektronátadás van a reakciópartnerek között, míg az elektrokémiai cellareakciókban ez az elektronátadás egy közvetítő útján, térbelileg elválasztva történik.

Ezekben a kísérletekben a higany és a gallium játszik elektronátadó (közvetítő) szerepet a vasszőg és az oxidáló közeg között, így az oxidáció és a redukció helye különböző, mint az elektrokémiai folyamatokban.

Jól megfigyelhető a kémiai energia közvetlen átalakulása mozgási energiává és hővé.

Irodalom

- [1] J. Chem. Educ., 66, 3 (1989)
- [2] J. Chem. Educ., 70, 12 (1993)
- [3] Antropov, L.I.: Elméleti elektrokémia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1972.
- [4] Rózsahegyi – Wajand: 575 kísérlet a kémia tanításához.

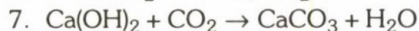
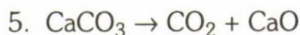
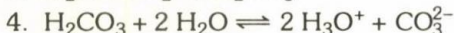
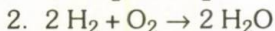
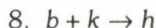
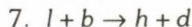
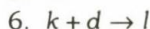
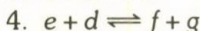
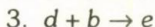
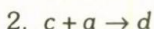
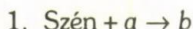
Kémia fejtörő



Összeállította: Kószó Katalin és Péntek Lászlóné

A 3. forduló feladatainak megoldása

1. Tíz, kémiából ismert anyag szerepel az alábbi 8 reakciósémában. Az anyagokat betűkkel jeöltük, s ezek a betűk nem vegyjelek. Azonosítsd az ismeretleneket, s írd fel a reakciók egyenletét! (Csak együtthatókkal egészítheted ki!) Az a, b, c betűk szobahőmérsékleten, légköri nyomáson gázhalmazállapotú anyagokat jelölnek.



Tehát: a: O_2 , b: CO_2 , c: H_2 , d: H_2O , e: H_2CO_3 , f: H_3O^+ , g: CO_3^{2-} , h: CaO , l: Ca(OH)_2 .

- * Egy lehetséges gondolatmenet kezdete:

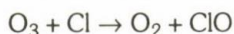
Ha a szén egy gázhalmazállapotú anyaggal (a) reagál, s így egy másik gázhalmazállapotú anyag (b) keletkezik, akkor az a lehet O_2 , H_2 , CO_2 . A 3. egyenlet kizárja a H_2 -t és a CO_2 -ot, így a csak O_2 lehet, és b a CO_2 -ot jelöli...

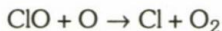
2. Milyen vegyületek a freonok? Mire használhatók? Milyen környezetkárosító hatásuk ismert? Milyen környezetbarát megoldásokat használhatunk helyettük?

a) A freon kereskedelmi név, kis szénatomszámú szénhidrogének klór-fluor származékainak gyűjtőneve (klór-fluor-metánok). Legfontosabb képviselőik: CCl_2F_2 (freon-12), CCl_3F (freon-11). Szobahőmérsékleten gázok, nem mérgezőek, nem éghetőek, könnyen cseppfolyósíthatók.

b) Hűtőberendezésekben hűtőfolyadékként, spray-kben (illatszerek, borotvahabok, rovarirtó szerek stb.) hajtógázként használhatók, műanyagok habosítására stb.

c) A Napból a Földre érkező ibolyántúli sugárzás károsítja a sejteket, így az emberek bőrrák kialakulását idézheti elő, valamint a tengeri algák pusztulásáért is ez felelős. Az ózonpajzs megakadályozza, hogy ezek az ultraibolya sugarak elérjék a Föld felszínét. A freonokból fotokémiai reakciók során klóratomok képződnek, amelyek az ózon elbomlását, s ezzel az ózonpajzs „sérülését” idézik elő.





Egy Cl-atom akár 100 000 ózonmolekulát is szétbonthat mielőtt másféle reakcióban megkötődik.

- d) Környezetbarát megoldások: pumpás, újratölthető flakonok, golyós dezodorok, környezetbarát emblémával ellátott spray-k használata. Utóbbiakat leggyakrabban propán-bután gázzal kevert szén-dioxiddal „működtetik”. Célszerű azonban a hajtógázos készítmények, permetek használatát elkerülni, mert ezek 90 %-a hajtóanyag, az ilyen flakonokat nem lehet teljesen kiüríteni, újratölteni, szemétre kerül a palack és a befektetett energia jó része is.

3. Tölts 2 azonos méretű, dugóval lezárható gyógyszeres üvegbe 2/3 részig csapvizet! Az egyikbe szórj késhegynyi szódát, vagy trisót, majd mindkettőbe kevés, de azonos mennyiségű szappanforgácsot! Zárd le az üvegeket, majd alaposan rázd őket össze! Magyarázd meg a tapasztalatokat!

Tapasztalat: A szódával vagy trisóval „kezelt” vízben jobban habzik a szappan.

Magyarázat: A csapvíz mindig tartalmaz oldott kalcium- és magnéziumsókat (CaCl_2 , MgCl_2 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$), ami vízkeménységet okoz. (Magyarország egyes területein különösen kemény víz jut el a felhasználókhoz, csak ilyen helyeken lehet jól észlelni a különbséget.) A szóda (Na_2CO_3) és a trisó (Na_3PO_4) vízlágyító hatású, mert a vízben oldott kalciumionok a szóda karbonátionjaival, illetve a trisó foszfátionjaival oldhatatlan kalcium-karbonát (CaCO_3) illetve kalcium-foszfát ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) képeznek, és így a víz kalciumion és tartalma lecsökken. Ehhez hasonlóan viselkedik a magnéziumion is.

Kemény vízben kevésbé habzik a szappan, a víz keménységét okozó sók a szappannal oldhatatlan csapadékot képeznek, ezzel a mosás hatékonyságát is rontják.

4. A következő szavakat egy ma is, a mindennapi életben gyakran használt eszközről mondta tökéletesítője:

„Ha én a chemia teoriájának nem tudnám egyéb hasznát venni ezen haszontalanságnál, még ma kitekerném a nyakamat.”

Ki volt ez a magyar tudós, aki részt vett a szabadságharcban és 100 évvel ezelőtt halt meg? Írd le röviden, tömören, mit tudsz az életéről, tudományos munkásságáról!

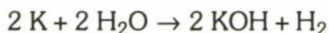
Irinyi János (1817. május 16-án Nagylétán született, 1895. december 17-én Vértesen halt meg) magyar kémikus, a zajtalan gyufa feltalálója (1836), a pesti gyufagyár alapítója (1840-1848). Kémiai ismereteit a szabadságharc alatt a nagyváradi ágyúöntő és lőporgyár irányításánál hasznosította.

1842-ben Bugát Pállal és Nendtvich Károllyal dolgozta ki a magyar kémiai szaknyelv reformját.

1836-ban egy előadáson látott sikertlen kísérlet adta az ötletet Irinyinek a zajtalan gyufa feltalálásához. A kálium-klorát helyett ólom-peroxidot, a kén helyett foszfort használva a gyufa nem „robbant”, vagyis zajtalan lett. Irinyi ötletét Rómer István valósította meg. Az általa gyártott, svéd gyufaként ismert biztonsági gyufában a doboz oldalára üvegporral kevert vörös foszfor került, így csak a közvetlen felhasználáskor kerültek érintkezésbe az égést létrehozó anyagok.

5. Hány gramm fémkáliumot kell 300 g vízbe helyezni, hogy a képződött oldat 1 tömeg%-os legyen?

A kálium vízzel való reakciójának egyenlete:



$$M_{\text{K}} = 39 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, \quad M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, \quad M_{\text{KOH}} = 56 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, \quad M_{\text{H}_2} = 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

Ha $m_K = x$ g káliumot teszünk 300 g vízbe, akkor az oldat tömege:

$$m_{\text{oldat}} = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_K - m_{\text{H}_2}$$

$$m_{\text{oldat}} = 300 \text{ g} + x \text{ g} - \frac{x}{39} \text{ g} = \left(300 + x - \frac{x}{39}\right) \text{ g} = \left(300 + \frac{38}{39}x\right) \text{ g}$$

Ez az oldat $\frac{56}{39}x$ g KOH-ot tartalmaz.

Az 1 tömeg%-os oldatnak megfelelően:

ha 100 g oldat	1 g KOH-ot tartalmaz
$\left(300 + \frac{38}{39}x\right) \text{ g}$	$\frac{56}{39}x \text{ g KOH-ot tartalmaz}$

$$\left(300 + \frac{38}{39}x\right) : 100 = \frac{56}{39}x : 1$$

$$x = 2,1$$

Tehát $m_K = 2,1$ g; azaz 300 g vízbe 2,1 g káliumot kell tennünk, hogy 1 tömeg%-os KOH oldatot kapjunk.

6. Két, a paraffinok homológ sorában egymást követő vegyület 1-1 móljának tömegösszege 270 g. Mi a két anyag képlete? Mire használják őket? Ugyanúgy „viselkedik-e” a két anyag a felhasználás során?

a) A paraffinok általános képlete: C_nH_{2n+2} .

A két egymást követő vegyület 1-1 móljának tömegösszegének számértékei:

$$(12n + 2n + 2) + (12n + 12 + 2n + 4) = 270$$

$$28n + 18 = 270$$

$$28n = 252$$

$$n = 9$$

Tehát a két egymást követő paraffin képlete: C_9H_{20} és $C_{10}H_{22}$.

- b) Ezek a paraffinok a motorbenzin alkotórészei, üzemanyagként, oldószerként használhatók.
- c) Hasonló összetételük, szerkezetük miatt tulajdonságaik és felhasználásuk is hasonló. A forráspontjuk kissé eltérő. (C_9H_{20} : 151 °C, $C_{10}H_{22}$: 174 °C).

* * *

Kedves Versenyzők és felkészítő tanáraitk!

Befejeződött a folyóirat hasábjain meghirdetett Feladatmegoldó Verseny. Az utolsó fordulóra beérkezett megoldásokat most még értékeli a versenybizottság tagjai, de **előzetes tájékoztatásként** közöljük, hogy a verseny **országos döntője**

1995. június 3-án

szombaton lesz megtartva **Szegeden**. A legjobb eredményt elérő tanulókat és felkészítő tanáraitkat az utolsó forduló értékelése után **névreszólóan** kiértékeljük a döntőn való részvételről és a részletes programról.

Versenybizottság



Tisztelt Kémiantanárok!

A kémia megértésének, megszerettetésének alapvető feltétele a kísérletezés.
Ebben szeretnénk segítségükre lenni.

A

SIGMA-ALDRICH Kft

a világ legnagyobb finomvegyszergyártó cégeinek (SIGMA, ALDRICH, FLUKA) magyarországi leányvállalata a következő szolgáltatásokat kínálja Önöknek:

- több mint 80 000 kiváló állandó minőségű vegyszer
- ingyenes házhozszállítás egy héten belül
- szakmai tanácsadás
- 5 % árengedmény a fő-, középiskolák és általános iskolák részére

Kérésére (telefon, fax, levél) katalógusainkat ingyenesen postázzuk.



Sigma-Aldrich Kft
Budapest 1067
Teréz krt. 39.
Tel.: (36-1)-269-1288
269-1289
132-1514
Fax: (36-1)-153-3391

Fluka Fluka Fluka Fluka

Könyvajánlat

Berkes Lajos

Kémia 15 éveseknek

A tankönyv elsősorban a négyosztályos gimnáziumok első osztálya számára készült. „Átlagos” tanulócsoporthoz készült, amelyekben nem matematikai tehetségük, természettudományok iránti fokozott érdeklődésük vagy érettségük alapján kiválogatott tanulók ülnek. Ennek a tankönyvnek a kipróbálói nem kémia tagozatos tanulók, nem is gyakorló iskolai osztályok, hanem kisvárosi gimnazisták voltak.

A tankönyv szerzője szakít a kémiai ismeretek birtokbavételének hagyományos – a tudomány logikájának megfelelő és az egyetemeken alkalmazott – útjával. Másik fő célja a tantárgy kísérletes jellegének visszaadása. Egy tankönyv, természetesen, nem tud kísérleteket bemutatni, végrehajtatni. De a tananyag zsúfoltságának enyhítésével, az elsajátítandó ismeretek mennyiségének csökkentésével és jobb megválasztásával megteremtheti hozzá az alkalmat.

Megjelenik: 1995. május

Radnóti Katalin

Így oldunk meg atomfizika feladatokat

Feladatgyűjteményünkkel azt a hiányt szeretnénk pótolni, amely az atomfizikai feladatok terén mutatkozik, bár már hosszú évek óta kötelező

tananyagként szerepel a középiskolákban a fizikának ez a fejezete. Igyekeztünk a teljes problémakört lefedni feladatokkal.

Napjaink problémái nem köthetők szorosan egy tantárgyhoz, ez az atomfizika esetében is így van. Ezért feladatinkkal nem egy esetben átlépünk a fizika tantárgy kereteit, kémiai, biológiai és néhány esetben földrajzi problémákat is felvetettünk, hogy csak a természettudományokat említsem. Az atomfizika, különösen a magfizikai része társadalmi vonatkozásait tekintve is komoly jelentőséggel bír. Ezért vettünk bele példatárunkba olyan fejezeteket is, mint kockázat, sugárvédelem, atomenergia.

A feladatok, problémák megoldását minden esetben ismertetjük, helyenként indoklással és elméleti kiegészítéssel is. Mind egyszerűbb, mint bonyolultabb példák is találhatók a kiadványban. Igyekeztünk a legújabb tudományos eredményeket is feldolgozni. Ezért került bele a példatárba „Az anyag végső építőkövei” című fejezet, amely a részecskefizika területéről, vizsgálati módszereiről ad rövid áttekintést.

A feladatok válogatásakor, szerkesztésekor, megoldásukkal elsősorban a középiskolai tanulók igényeit tartottuk szem előtt. Azonban valószínűleg hasznos segédeszköz lesz a felsőoktatásban tanulók számára is, különösen a fizika és kémia szakos hallgatóknak.

Megjelent

ára: 396,- Ft



A

kémia

TANÍTÁSA

1995. SZEPTEMBER

ára: 90,- Ft

III. évf. / 4. szám



TARTALOM

SZÁZ ÉVE SZÜLETETT A MAGYAR
KOLLOIDIKA MEGALAPÍTÓJA

Dr. Patzkó Ágnes
egyetemi adjunktus, JATE, Szeged

A KOLLOIDKÉMIA ÚTJA MAGYARORSZÁGON

Dr. Rohrsetzer Sándor
egyetemi tanár, ELTE, Budapest

A BIOLÓGIAI FÉNY SZEMLÉLTETÉSE
A KÖZÉPISKOLÁBAN

Fridliné dr. Lajos Ildikó
középiskolai tanár, Budapest

KONCENTRÁCIÓK ÁTSZÁMÍTÁSA TÁBLÁZAT
SEGÍTSÉGÉVEL

Dr. Tóth Zoltán
egyetemi docens, KLTE, Debrecen

AZ 1994/95. TANÉVI KÉMIA OKTV
III. (GYAKORLATI) FORDULÓJA

Dr. Rózsahegyi Márta - Dr. Wajand Judit
egyetemi docensek, ELTE, Budapest

1994/95. TANÉVI KÉMIA OKTV III.
(GYAKORLATI) FORDULÓJA

Dr. Botyánszki János
tudományos munkatárs, ELTE, Budapest

1994/95. TANÉVI KÉMIA OKTV III.
(GYAKORLATI) FORDULÓJA

Orsós Piroska - Magyarfalvi Gábor
ELTE, Budapest

KÉMIAI FEJTÖRŐ

Bár a kolloidkémia viszonylag fiatal tudomány a kémia más területeihez hasonlítva, az első közlemény már elég korán, (Juncker és Johanntól) 1749-ben jelent meg az arany „kolloid oldatának” (arany szol) előállítására. A Graham előtti időszak legkiemelkedőbb egyénisége... (8. oldal)

Elt egyszer valamikor egy király, kinek a kertjében egy csodálatos, aranyalmát termő fa nőtt. Észrevette a király, hogy éjszakánként valaki lopja az almákat, megbizta hát legkisebb fiát, hogy őrizze a kertet. A kis királyfi késő éjszakáig virrasztott, mígnem elnyomta az álom. (11. oldal)

Az első osztályos gimnáziumi tananyag „Oldatok” témakörében a legnagyobb problémát az oldatok összetételével kapcsolatos számítások jelentik. A különböző koncentrációfajták (tömegszázalék, molszázalék, térfogatszázalék, molaritás stb.) egymásba történő átszámítását viszonylag... (16. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné

Dr. Soltész György

Kószó Katalin

Péntek Lászlóné

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 312-988,

FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Műszaki szerkesztő:

Vassné Németh Katalin

Tördelő szerk.: Kovács Attila

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 450 Ft

A lap megvásárolható a
MOZAIK Könyvesboltokban:
Szeged, Csongrádi sgt. 73.
Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Művelődési és
Közoktatási Minisztérium
támogatásával.

A kémia tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen for-
mában kizárólag a kiadó előze-
tes írásbeli engedélyével tör-
ténhet.

ISSN 1216-7576

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben
Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

SZÁZ ÉVE SZÜLETETT A MAGYAR
KOLLOIDIKA MEGALAPÍTÓJA

Dr. Patzkó Ágnes

egyetemi adjunktus, JATE, Szeged

A KOLLOIDKÉMIA ÚTJA MAGYARORSZÁGON

Dr. Rohrsetzer Sándor

egyetemi tanár, ELTE, Budapest

A BIOLÓGIAI FÉNY SZEMLÉLTETÉSE
A KÖZÉPISKOLÁBAN

Fridliné dr. Lajos Ildikó

középiskolai tanár, Budapest

KONCENTRÁCIÓK ÁTSZÁMÍTÁSA TÁBLÁZAT
SEGÍTSÉGÉVEL

Dr. Tóth Zoltán

egyetemi docens, KLTE, Debrecen

AZ 1994/95. TANÉVI KÉMIA OKTV
III. (GYAKORLATI) FORDULÓJA

Dr. Rózsahegyi Márta - Dr. Wajand Judit
egyetemi docensek, ELTE, Budapest

1994/95. TANÉVI KÉMIA OKTV III.
(GYAKORLATI) FORDULÓJA

Dr. Botyánszki János

tudományos munkatárs, ELTE, Budapest

1994/95. TANÉVI KÉMIA OKTV III.
(GYAKORLATI) FORDULÓJA

Orsós Piroska – Magyarfalvi Gábor
ELTE, Budapest

KÉMIAI FEJTŐRŐ

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfa-betikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.



Dr. Patzkó Ágnes

Száz éve született a magyar kolloidika megalapítója

Buzágh Aladár születésének 100. évfordulójára azzal tiszteleghetünk legméltozban, ha a tudós és oktató életművét – a kortársak és tanítványok méltatásait is megidézve – tekintjük át. Különlegesen gazdag életmű áll előttünk, amely példaként szolgálhat az utódok számára. „Nevét a világon mindenütt ismerik, úttörő és korszakot teremtő tevékenysége előtt tisztelegnek. Tanítványai, munkatársai és munkatársai tanítványai művének folytatásával őrzik e nagy tudós emlékét.” – írta róla tanítványa és utóda Wolfram Ervin 1970-ben [1]. Nemzetközi hírnévű tudós volt, akit 1955-ben, még életében a modern kolloidika megalapítói közé soroltak Zsigmondi R., Wo. Ostwald, P.P. Weimarn és H. Freundlich mellett, a kolloidika nemzetközi történetét ismerető összefoglalóban, és köszöntötték jeles évfordulókon [2].

Buzágh Aladár 1895. július 6-án született Derencsényben (Gömör megye) és a közeli városokban, Losoncon ill. Rimaszombatban végezte a középiskolát, majd a Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett vegyész-mérnöki oklevelet. A tudományos munka iránti érdeklődése vonzotta a fehérjék elektrokémiájával foglalkozó Bugarszky István nemzetközileg elismert professzor mellé a Pázmány Péter Tudományegyetemre, aki már 1913-ban speciál-kollégiumot hirdetett kolloidikából. Buzágh érdeklődését szinte azonnal felkeltette ez a tudományterület és Bugarszky professzornál doktorált 1921-ben, majd tanársegédként eljegyezte magát a még létjogosultságáért küzdő, tudományos viták középpontjában álló kolloidikával.

A 20-as évek elejétől olyan színvonalas munkái jelentek meg a szolok és micellák szerkezetéről, hogy a lipcei Wo. Ostwald professzor mellé kerülhetett asszisztensnek 1925-ben. A magyar kolloidika szerencséjére a két

rendkívüli egyéniség életre szóló barátságot kötött, ez magyarázza, hogy Buzágh alapvetően az Ostwald-iskola híve maradt. 1928-tól Freundlich munkatársaként dolgozott a Kaiser-Wilhelm Institutban, Berlin-Dahlemben. Külföldön már elismert szaktekintély volt, mikor 1932-ben hazatért és habilitált az egyetemen. 1933-ban nevezték ki a Pázmány Péter Tudományegyetem Általános Kémiai Intézetébe magántanárnak, ahol kutatásait a Rockefeller Alapítvány támogatásával folytatta. 1938-ban a Magyar Tudományos Akadémia tagjai közé választotta. Az amerikai Chemical Society meghívására 1939-ben előadói körutat tett az USA-ban, a felkínált kutatási és oktatási lehetőséget azonban nem fogadta el, ahogyan más külföldi egyetemi ajánlatokat sem. Tagja volt a Kolloid-Gesellschaft nemzetközi bizottságnak, alapító tagja a Rheologische Gesellschaftnak, munkatársa a Kolloidchemisches Taschenbuchnak és a Wörterbuch der Kolloidchemie-nek, szerkesztőbizottsági tagja az Acta Chimicának, választmányi tagja a Magyar Kémikusok Egyesületének és más tudományos társaságoknak.

Európában 1938-ban a balkáni államok és Magyarország kivételével már minden államban szervezett kolloidkémiai kutatások folytak a felsőoktatásban vagy önálló kutatóintézetekben. Hazánkban az első kolloidkémiai intézményt Buzágh szervezte meg 1939-ben a Pázmány Péter Tudományegyetem Általános Kémiai Intézete osztályaként, s a rendszeres kolloidikaoktatás is ekkor indult meg. Az önálló Kolloidkémiai és Kolloidtechnológiai Intézet 1943-ban – a visszaemlékezések szerint – igen szerény körülmények között kezdte meg működését Buzágh akadémikus vezetésével, melynek 1962. január 20-án bekövetkezett haláláig tanszékvezetője volt. Az akkori zűrzavaros időkre jellemzően, nyilvános rendes

egyetemi tanári kinevezést csak 1945-ben kapott.

A kolloidkémia akkori irányvonalát nézve, érdemes Buzágh „A kolloidika fejlődésének irányai” című, 1952-es akadémiai beszámolója szerint kitérni [3], mivel rendkívüli tudásanyagával, fantáziájának gazdagságával és állandó új felé törekvésével igen sok utat nyitott, s kutatási területei részben még napjainkban is nagy lehetőségeket nyújtanak elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt. „A kolloidika a szubmikroszkópos diszkontinuitásokat tartalmazó rendszerek fizikája és kémiája, célja tehát, hogy a kolloidjelenségeket függvényszerű kapcsolatba hozza a kolloidrendszerek állapotát meghatározó tényezőkkel..., egzakt törvényszerűségek megállapítására hivatott tudomány. Kiépitendő a kolloidika felsőoktatása. Nem indokolt, hogy csakis a budapesti egyetemnek legyen kolloidikai tanszéke. Amikor hangsúlyozom azt, hogy az egyetemi és főiskolai intézetek munkásságának súlypontja a kutatás vonalán a tudományos megismeréseken legyen, egyben kíváncsnak vélem, hogy az egészséges kölcsönhatás megteremtése végett szoros kapcsolatok létesüljenek az egyetemi intézetek és az ipari kutatóintézetek között. Az egészséges kapcsolatot avval kívánom jellemezni, hogy az ipari problémák megoldása az ipari kutatóintézetek feladata, de az ezekhez szükséges elméleti alapok megteremtése a tudományos intézetek kötelessége.”

Egyik legfontosabb feladatának, a kutatás szerves részének tekintette az oktatást, mely szerinte a szakembernevelésen kívül a kutatásra nevelésnek is egyik legfontosabb módja [4]. Eredményes harcot vívott a vidéki egyetemeken történő oktatás megindításáért, s ennek köszönhetően kezdődött az 50-es években Szegeden, majd Debrecenben a kolloidika oktatása.

Buzágh a kutatási területek kiválasztásában saját korát messze megelőzte a rendszereknek összefüggésekben és változásukban történő vizsgálatával. Fő kutatási területei a kolloid stabilitás és a részecskék közötti kölcsönhatások összefüggésére irányultak.

Első ilyen terület a peptizációs folyamatok vizsgálata volt. A problémakörrel Wo. Ostwald mellett találkozott, a folyamat mechanizmusának tisztázása azonban Buzághnak köszönhető. A peptizáció olyan dezaggregációs folya-

mat, amelyben koherens rendszerből (gélből) szol, azaz kolloid diszperz rendszer keletkezik. A peptizációnál segédanyagra, peptizátorra van szükség, melyek elektrolitok, felületaktív anyagok vagy makromolekulák lehetnek. A folyamat lényege az, hogy a peptizátor kölcsönhatásba lépve a részecskék felületével, megfelelő szerkezetű és vastagságú adszorpciós réteg alakul ki, mely a gélstruktúrát fella-zítja. Csökken a részecskék közötti adhéziós erő, így a részecskék hőmozgás hatására a halmazból kiszabadulnak és szolt képeznek.

A tudománytörténetbe „Ostwald–Buzágh-féle üledékszabály” néven került be a felismerés, amely kolloidoknál a Gay-Lussac-szabály helyébe lép: a peptizáció során keletkező kolloid oldat töménysége, részecskeméret-eloszlása és állandósága nem független a kolloidálisan oldandó anyag viszonylagos mennyiségétől, hanem azzal általában maximum- vagy telítési görbe szerint változik. Ez a szabály a kolloid és a valódi oldási folyamat mélyreható különbségére és a peptizáció jellegzetes dinamizmusára utal. Igen fontos volt a különböző típusú (adszorpciós és disszolvációs) peptizációs folyamatok közötti különbségek tisztázása is. Ezt követte a természetes kolloidok oldási folyamatainak rendszeres vizsgálata – elsősorban a lignin, hemicellulóz és bentonitok –, ami egyes gélek szerkezetéről is értékes felvilágosítást nyújtott. Ezek vezettek hazánkban a szalmacellulóz előállításának ún. monoszulfitos fel-táráshoz. Az iparban is értékesnek bizonyuló rendszeres tudományos kutatásokért kapott 1949-ben és '54-ben Kossuth-díjat.

Másik, tudományos felfogására és munkamódszerére talán jellemzőbb területe a felületek, a részecskék közötti kölcsönhatások, vagyis az adhézió és a diszperz rendszerek állandóságának vizsgálata volt. Ezeket a kutatásokat még a 20-as években kezdte és kísérletileg elsőként mutatta ki, hogy a részecskék között mindig hatnak vonzóerők, melyek akkor válnak meghatározóvá, ha a felületek elég közel kerülhetnek egymáshoz. Így évekkel megelőzte a kölcsönhatás-elmélet kiváló kutatóit, akik e kérdésekkel – főként elméleti oldalról közelítve – később foglalkoztak. A kolloid és durva méretű részecskékre a vonzási potenciál függvényeket H.C. Hamaker – a van der Waals–London-féle erőket figyelembe véve – csak néhány évvel később számította ki, majd az

1940-es években B.V. Derjagin és L. Landau, E.J.W. Verwey és J.Th.G. Overbeek egyidejűleg, de egymástól függetlenül dolgozták ki a vonzó- és taszítóhatások egységes elméletét (DLVO-elmélet).

Mikroszkópos méretű részecskék és makrofelületek közötti adhézió mérésére először a tapadási szám módszerét dolgozta ki. Mikroszkópos küvetta alá szuszpenziót ülepített, majd megfordítva – mikroszkóp alatt – megszámlálta a tapadva maradt részecskéket. A szakadási szög mérésére szolgáló berendezésben szintén küvetta alá ülepített szuszpenziót, de változtatható szögű lejtőre helyezte és mérte a szakadási szöget, vagyis azt a lejtőszöget, amelynél a réteg homogenitása megszűnt, a részecskék lecsúsztak a lejtőn. Ezek az adhézió mérésére általa kidolgozott módszerek képezték pl. a későbbi centrifugás technikák alapjait is [5]. Nem véletlen, hogy az 1970-es londoni Adhesion Science konferencián megállapították „a módszerek egyszerűségük ellenére, vagy éppen ezért a legjobbak, melyeket szuszpendált részecskékre valaha is alkalmaztak”.

Klasszikusan szisztematikus vizsgálataiból – melyeket a későbbi DLVO-elmélet egyértelműen alátámasztott – megállapította, hogy az adhézió függ a részecskék méretétől, a felületek anyagi minőségétől, a közeg és az oldott elektrolitok vagy nemelektrolitok minőségétől és koncentrációjától. Az adhéziós erő tehát a felületek közötti vonzóhatás, melyet döntően az adszorpciós réteg vastagságának és szerkezetének változtatásával lehet befolyásolni.

Az adhézióval párhuzamosan Buzágh és munkatársai mérték az elektrokinetikai potenciál (ζ -potenciál) alakulását is különböző közegekben. Ezeknek a méréseknek az adhézióval való rendszeres egybevetése rendkívül gyümölcsözőnek bizonyult az elektromos kettősréteg szerkezetének kísérleti alapon való megközelítésére is azon túl, hogy felhívta a figyelmet a diffúz elektromos kettősréteg, ill. az adszorpciós réteg vastagságának és szerkezetének fontos szerepére, mely sok esetben igen ellentmondásosan befolyásolhatja az adhéziót.

Ezek a vizsgálatok vezették ahhoz a felismeréshez, hogy egy diszperz rendszer akkor stabilis, ha maximális a ζ -potenciál és minimális a részecskék közötti adhézió, mert a részecskék felületén kialakult adszorpciós réteg

szerkezeténél fogva folyamatosságot biztosít a diszperz rész és a diszperzióközeg között. Ebből a gondolatmenetből és a koagulálás mechanizmusának szemléletéből, figyelembe véve a folyadékok rendezettségére való hajlamát is, megalkotta a kolloid rendszerek stabilitásának általános elméletét, a Wo. Oswald–Buzágh-féle kontinuitási elvet. E szerint minél jobban megvalósul a kontinuitás a részecske és a közeg között, minél harmonikusabban illeszkednek a részecskék a közeg szerkezetébe, annál stabilabb a diszperz rendszer. „Ha ez az összhang megbomlik, a rendszerben koagulálás következik be. Koagulálásnál aktív szerep a közegé, nem pedig a részecskék közötti vonzóerő. A vonzóerő csakis másodlagos, a részecskék halmozódása után érvényesül, s hatása a koagulum, a gél szerkezetének és fizikai sajátságainak kialakulásában jut kifejezésre” – írta a 40-es években [4]. Elméletét főként azokra az ultramikroszkópos megfigyeléseire alapozta, melyek során stabil állapotú, nagy diszperzitásfokú, élénk hőmozgást végző szolokban esetenként a részecskék nagy távolságból, gyorsan és egyenes vonalon összefutottak. A folyadékszerkezetekre kidolgozott újabb elméletek igazolni látszanak Buzágh előremutató kontinuitás elméletét.

Sokat foglalkozott a különböző természetű molekulákból felépülő elegyes lioszférák szerkezetével is. Világosan rámutatott arra, hogy a részecskék közötti adhéziós erők döntő fontosságúak a szuszpenziókból kialakuló üledékek, szolokból aggregálással keletkező gélek szerkezetének, belső sűrűlődségének és mechanikai sajátságainak szempontjából is. Ezekkel is megelőzte korát, hiszen a szuszpenziók részecskéi közötti kölcsönhatások és a stabilitás, a szuszpenziók szerkezete és reológiai tulajdonságai közötti összefüggések kutatása jelenleg is számos helyen folyik.

Ehhez kapcsolódó fontos terület volt a bentonitok vizsgálata, melyet még a Freundlich-iskolából hozott magával, ahol ez a különleges agyagféleség kedvelt modellanyag volt. Ezeket a kutatásokat az MTA támogatásával az 50-es években folytatta, s a kationcsere, az elektrokémiai sajátságok, a stabilitás, a tixotropia és a filmképző képesség vizsgálata fontos gyakorlati eredményekhez vezetett. Az egyik a hazai kalcium-bentonit nátrium-bentonittá alakítása Buzágh–Szepesi-féle módszerrel, másik pedig

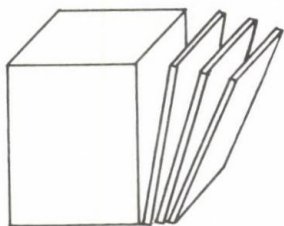
az agyagásványos összetétel meghatározására szolgáló peptizációs ill. frakcionáló módszer volt. Ezek a vizsgálatok a bentonitok gyakorlatilag fontos területen történő bevezetését tették lehetővé, ezért kapott másodízben is Kosuth-díjat.

Elsőként állított elő azonos szolokból ill. kolloidoldatokból a koagulálás körülményeinek szisztematikus változtatásával különböző szerkezetű kollagén géleket, rostokat és tisztázott alapvető összefüggéseket. Számos további kisebb munkaterülete mellett – a fagyasztás diszperz rendszerekre gyakorolt aggregáló hatása, a gélekben végbemenő kémiai reakciók, organoszolok tulajdonságai – valóban nemcsak hangoztatta a kolloid iparok fontosságát, hanem lényeges eredményeket is ért el, és ösztönzött az oxikatódok előállításától a papír-, a bőr- és textiliparon keresztül a kerámiaiparig, vagy a bentonitok olajbányászati és öntödei alkalmazásáig.

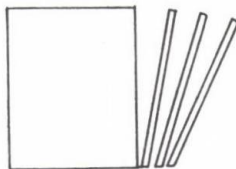
Közel száz hazai és külföldi tudományos közleményén kívül – melyek gazdag kutatómunkáját foglalták össze – sorban jelentek meg a 30-as évektől alapvetően fontos könyvei [6], melyek a kolloidika helyét a tudományok között, valamint geológiai, élettani és ipari jelentőségét tisztázták. Ezekben foglalta össze hatalmas tudásanyagát, eredményeit és gondolatait, ezek mutatták igazán, hogy milyen kiváló előretételező és rendszerező képességgel bírt. Bármilyen kiváló is alkotott az egyes részterületeken, legnagyobb érdeme feltehetően a részletek és az egész harmóniájának rendkívül tudatos, állandó, mindig kiegyensúlyozott szem előtt tartása volt. Ragyogó példája ennek az egyetemi hallgatók részére írt háromkötetes Kolloidika kézikönyve és Kolloidika praktikuma. A részleteiben is gazdag, nagy távlatokat láttató könyvekből még egy tématerületet ki kell emelni.

A kolloidok osztályozásában zseniális logikával állította fel azt a morfológiai rendezési elvet, amelyet világszerte ismernek, kézikönyvekben napjainkban is idéznek [7]. Ennek lényege az, hogy egy test aprítása történhet a tér mindhárom irányába, ezzel egymástól különálló részekre esnek szét. Ha valamely közegegben a részecskéket szétosztatjuk, akkor lamelláris, fibrilláris vagy korpuszkuális diszperz rendszereket nyerünk.

A kolloidok osztályozásában zseniális logikával állította fel azt a morfológiai rendezési elvet, amelyet világszerte ismernek, kézikönyvekben napjainkban is idéznek [7]. Ennek lényege az, hogy egy test aprítása történhet a tér mindhárom irányába, ezzel egymástól különálló részekre esnek szét. Ha valamely közegegben a részecskéket szétosztatjuk, akkor lamelláris, fibrilláris vagy korpuszkuális diszperz rendszereket nyerünk.



lamelláris



fibrilláris



korpuszkuális

Diszperz rendszerek (Buzágh A.: Kolloidika I. kötet. 1951.)

Ezt a folyamatot elméletileg a végtelenségig lehet folytatni, a valóságban azonban a kolloid rendszerek szempontjából csak addig van értelme, amíg a legkisebb atomhalmazok olyan méretűek, hogy külső és belső atomokat még meg lehet különböztetni. Minél inkább közeledünk az 1 nm átmérőjű korpuszkuálához, az 1 nm vastagságú filmekhez vagy szálakhoz, annál nagyobbá válik a fajlagos felület és annál nagyobb lesz a felület energiája a

rendszer összes energiájához viszonyítva. Ennek alapján definiálta Buzágh az 1 nm-től 500 nm-es méretű részecskéket tartalmazó kolloid diszperz rendszert maximális fajlagos felületű diszperz rendszernek.

Sajnos a Kolloidika kézikönyv halála miatt befejezetlen maradt, s így főként a gélekre vonatkozó elképzelései csak közleményei alapján körvonalazódtak és a tanítványok tudásában folytatódta tovább. Negyedszázados oktatása

alatt szakemberek sorát nevelte, akik továbbadták tanításait és hivatástudatát. Tanítványai emlékezetét Szántó Ferenc – a körükből származóan korán eltávozott egyetemi tanár, a szegedi Kolloidkémia Tanszék megalapítója és haláláig vezetője – szavai idézik talán legemberibben [8]: „Igényes és szigorú tanár volt. Tanítása választóvíz volt; aki megértette, lelkesedett érte; aki nem, az sokszor ellene fordult és csak jóval később, az élet és gyakorlat nevelése után vette észre nagyságát. De igényességét és szigorúságát elsősorban magával szemben gyakorolta. Mindenki, aki igazán ismerte, tudja, hogy aszkéta volt, nem ismert elengedettséget vagy kényelmet, és végképp nem ismert megalkuvást. Jelleme nem engedte sem jobbra, sem balra sodortatni magát; a háború és a háborút követő rossz évek, hibás intézkedések zavarában megmaradt humánus, igaz embernek. Szerény és csendes volt, önmagával soha nem elégedett, ugyanakkor tényekkel alátámasztott meggyőződéséből jottányit sem engedett.”

A hazai kolloidkémiai kutatások jelenlegi helyzetét és azt, hogy az utódok a gazdag Buzágh-hagyatékot hogyan folytatták, azt a Magyar Kémiai Folyóiratban 1994-ben megjelent két közlemény részletesen összefoglalja [9, 10]. A kutatások a kolloidok számos területén eredményesen folytatódnak és folyamatosan bővülnek. Egyik ilyen újabb, talán legfigyelemreméltóbb terület az ún. nanoszerkezetű anyagok tulajdonságainak kutatása. Új csúcstechnikával állítják elő: a kérdéses anyag oldatát nagy vákuumban elgőzölögtetik és hideg felületre kondenzáltatják, majd a keletkezett port összesajtoltják. A többnyire tűkristályos, párhuzamosan rendeződött nano-szendvicsek legalább egy dimenzióban néhány nm és 100 nm közötti méretűek. A néhány atomból vagy néhány polimerláncból felépülő „nano-size” részecskék mechanikai, mágneses, fotoelektromos vagy félvezető tulajdonságai egészen mások, mint amilyenek a nagyobb méretű részecskéknél észlelhetők; pl. Pt/Cr keverékkristályok nanoszerkezetben a mikroszerkezetűeknél tízszer szívósabbak, vagy Cr és Ag nanoméretű szerkezeteiből mágnesérzékeny szenzorok készíthetők. Az eredetileg átlátszó műanyagok nanométeres pórusokkal telítve átlátszatlaná tehetők, nanoszerkezetű katalizátorok, adszorbensek nagyságrenddel

hatásosabbak a mikroszerkezetűeknél. Mindez a részecskemérettel összefüggő, különleges atom- vagy molekulárcsközi ill. felületi kölcsönhatásokra vezethető vissza, mely a Buzágh-iskolán nevelkedett kolloidkémikus számára nem meglepő, de új kutatási kihívást jelent.

A magyar kolloidika mára rendkívül szerteágazó kutatási területeivel és különböző irányultságú elméleti és gyakorlati kapcsolódásaival igen széles alapokon nyugszik, de a Buzágh-iskola szellemiségét elsősorban a szegedi Kolloidkémia Tanszék vitte és viszi tovább [9].

A hazai kutatóhelyek számos nemzetközi kapcsolata, a szakemberek külföldi tudományos szervezetekben való tagsága, az elismert folyóiratokban megjelenő közlemények mutatják a magyar kolloidkémia elismertségét.

A kolloidikatudományban tevékenykedő szakemberek sora tisztelettel őrzi tovább a nagy alapító, Buzágh Aladár akadémikus emlékét.

Irodalom

- [1] Wolfram Ervin: Buzágh Aladár születésének 75. évfordulójára. Magyar Kémikusok Lapja. 9., 475, 1970.
- [2] Hauser, Ernst A.: The history of colloid science. Journal of Chemical Education. 2., 1955. Tar.I.: Professor Dr. A. Buzágh 65 Jahre. Zeitschrift für Chemie. 2., 33, 1961.
- [3] Buzágh A.: A kolloidika fejlődésének irányai. Beszámoló az MTA Kémiai Osztálya Fizikai Kémiai Bizottsága 1952. nov. 14-i ülésén, MTA Kémiai Tudományok Osztályának közleményei. 3., 1953. 245.
- [4] Komáromy Istvánné: Dr. Buzágh Aladár. Magyar Kémikusok Lapja., XVII. 2. 1962. 49.
- [5] Derjagin, B.V. – Zimon, A.D.: Kolloidn Zsurnal. 23, 544, 1961.; Krupp, H.: Colloid Interface Science, 1, 111, 1967.; Zimon, A.D.: Adhesion of dust and powder. Plenum Press. New York, 1969.
- [6] Buzágh Aladár: A kolloidok természettudományi jelentősége. Bp., 1931.; Kolloidik. Th. Steinkopff. Dresden, 1936.; Colloid Systems. Technical Press. London, 1937.;

- Kolloidika, I., II., Akadémiai Kiadó, Bp., 1952.; Kolloidchemisches Taschenbuch. A. Kuhn, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1. Aufl. 1935., 5. Aufl. 1960. (Peptisation und Dissolution 37-43, Adsorption 203-232, Monomolekulare Schichten 336-375); A kolloidika praktikum. Tankönyvkiadó, Bp., 1962.
- [7] Everett, D.H.: Basic principles of colloid science. The Royal Society Chemistry, London, 1992. p. 243.
- [8] Szántó Ferenc: Emlékkülés Buzágh Aladár születésének 90. évfordulóján. Vegyész Múzeum, Várpalota, 1985. okt. 25.
- [9] Nagy Miklós: Kolloidok és makromolekulák. Magyar Kémiai Folyóirat. 100. évf., 12., 1994. 515.
- [10] Dékány Imre – Zrinyi Miklós: Határfelületi jelenségek és diszperz rendszerek hazai kutatásának eredményei. Magyar Kémiai Folyóirat. 100. évf., 12., 1994. 526.

Dr. Rohrsetzer Sándor

A kolloidkémia útja Magyarországon

(Buzágh Aladár, a Pázmány Péter Tudományegyetem Kolloidkémiai és Kémiai Technológiai Intézet megalapítója születésének 100. évfordulója alkalmával)



Bár a kolloidkémia viszonylag fiatal tudomány a kémia más területeihez hasonlóan, az első közlemény már elég korán, (Juncker és Johanntól) 1749-ben jelent meg az arany „kolloid oldatának” (arany szol) előállítására. A Graham előtti időszak legkiemelkedőbb egyénisége Frankenheim M.L., aki alapvető munkáját 1835-ben adta ki. Maradandó megállapítása volt, hogy a „kolloid oldatok” kicsi kristályok vagy cseppek valamilyen folyadékban eloszlott rendszerei. Előállításuk lehetséges makroszkópos testek aprításával (diszpergálás) vagy úgy, hogy a molekulárisan eloszlott anyagot valamilyen módon kiválásra kényszerítjük (kondenzálás), pl. AgNO_3 és KI híg oldatának elegyítésével. Faraday 1856-ban a „Royal Society” előtt tartott előadásában beszámol arról, hogy a „kolloid oldatok” részecskéi különböző méretűek lehetnek, és ha azok fémek, a színük a részecskemérettől is függ. E kísérleteiből kitűnik, hogy a „Tyndall-jelenség” felfedezője Faraday.

Graham Th. nagy eredményei (1861-62) a diffúziósebesség és a kémiai minőség közötti kapcsolat kereséséből származtak. Ilyen kapcsolatot nem talált, de felismerte, hogy a kristályosodó anyagok oldataikban nagy sebességgel diffundálnak, míg a nem kristályosodók diffúziósebessége kicsi. Az utóbbiak prototípusa az enyv (kolla), ezért azokat kolloidoknak nevezte el, szemben az első csoport kristalloidjaival. Látjuk tehát, hogy Graham kolloidjai nem a szolok, hanem azon anyagok voltak, amelyeket ma makromolekuláknak ill. makromolekulás kolloidoknak nevezünk.

Grahamtól tegyünk egy nagy lépést az 1900-as évekig, amelyekben a kolloidkémia egzakt tudománnyá vált. Számos kiemelkedő tudós közül figyelmünket fordítsuk Ostwald Wo. felé, akinek a külföldi tudósok közül – Buzágh Aladár tanítómestereként – a legnagyobb szerepe volt a magyarországi kolloidkémia kialakulásában. Sajnos itt nincs helyünk kitérni mindazon alapvető eredményekre, amelyek ezekben az években a kolloidkémia-

ban születtek, sőt a kémia egésze szempontjából is fontosak voltak. (Pl. az ultramikroszkópban megfigyelhetővé vált a szolrézecskek Brown-féle mozgása, amely láthatóan bizonyította a molekulák addig csak valószínűsített hőmozgását.) Buzágh munkásságának ismertetések azonban kísérletet tesznek mindazon fogalmak megmagyarázására, amelyek szükségessé – legalább e részterületen – a kolloidtudomány alapos megértéséhez.

A kolloidkémia világhódító útja 1913-14 telén kezdődött, amikor Ostwald Wo. előadói körútra utazott Kanadába és az USA-ba. A tervezett 16 előadás helyett a rendkívüli érdeklődés miatt 56-ot kellett tartania. Az utat követően jelentette meg kolloidikakönyvét 1914-ben „Die Welt der vernachlässigten Dimensionen” címen. Az elhanyagolt dimenziók világa cím arra utal, hogy nem kutatják eléggé azokat a rendszereket, amelyekben a részecskek nagysága (általánosanabban fogalmazva diszkontinuitások) a kolloid mérettartományba (10-1000 nm) esnek.

Buzágh Aladár elvégezve a Budapesti Műszaki Egyetem vegyészmérnöki szakát a Tudományegyetemen bölcsészdoktori (kémiai területen) oklevelet szerzett és oktatói-kutatói tevékenységet folytatott a Pázmány Péter Tudományegyetem II. Sz. Kémiai Intézetében Bugarszky István intézeti igazgató irányításával. 1925-től 1933-ig ösztöndíjjal előbb Ostwald Wo. mellett a lipcsei egyetemen, majd Freundlichnél Berlinben dolgozott. Hazatérése után szívós harcot folytatott a kolloidkémia megismertetéséért és egyetemi oktatásának bevezetéséért. Ennek eredményeképpen 1943-ban új tanszék létesült a Pázmány Péter Tudományegyetemen Kolloidkémiai és Kémiai Technológiai Intézet névvel. Az 1950-es években pedig megkezdődött a kolloidkémia oktatása mindazokon az egyetemeken, amelyeken vegyészképzés is folyt. Buzágh ösztönzésére új előadót neveztek ki a tanszékre a kémiai technológia oktatására. E kinevezés képezte az alapját az 1951-ben megalakuló Kémiai Technológiai Tanszéknek. A Papiripari Kutató Intézet is a Kolloidkémiai és Kolloidtechnológiai Tanszéken kezdte meg működését 1951-ben, székházának felépüléséig.

Buzágh számos írása járult hozzá a kolloidkémia tudományos elismertetéséhez, mert akkor még sokan nem látták tisztán e tudomány-

terület önállóságát, ugyanakkor a más területekkel való szükségszerű kapcsolatát. Több mint 100 értekezése jelent meg hazai és külföldi tudományos folyóiratokban. Első monográfiája „A kolloidok természettudományi jelentősége” 1931-ben jelent meg. Igen találóan írja a mű előszavában utalva Ostwald Wo. 1914-ben megjelent könyvének címére: „Nem tulajdonítható véletlennek, sem pedig valami mesterkélt kényszerhatásnak, hogy ez alatt az alig eltelt két évtized alatt az „elhanyagolt dimenziók világából” „el nem hanyagolható dimenziók világa” lett. További művei: Kolloidik, Dresden (1936), Colloid Systems, London (1937), a Kolloidika I, II/1 és II/2, Budapest 1946-1952 között, sajnos befejezetlen maradt. Az egyetemi oktatást szolgálta a „Kolloidika praktikuma” Budapest, 1954. műve is.

Buzágh a kolloidrészecskek három fő csoportjának (makromolekulák, mikrofázisok, micellák) anyagai közül az első két részecsketípus rendszereivel behatóan foglalkozott. Mikrofázisokat tartalmaz számos, csapadék leválásával keletkező anorganikus vegyület (pl. nehéz fémek hidroxidjai). E rendszerekben a mikrofázisok között működő vonzóerők hatására aggregáció megy végbe, üledék, géluszpenzió, liogél képződhet. Az, hogy e rendszerek közül melyik képződik, a vonzóerők nagyságától és a részecskek eloszlási módjától (homogenitás) függ. Tanulmányozásuk peptizációval lehetséges, amellyel Buzágh az Ostwald-iskolában ismerkedett meg. A fő eredmény az Ostwald-Buzágh-féle üledékszabály, amely szerint a peptizáláskor keletkezett szoltóménység számos tényezőtől függ, többek között a peptizálandó anyag (üledék) viszonylagos mennyiségétől, eltérően a molekuláris rendszerek oldékonyságától. Oka e rendszerek szerkezetének bonyolultsága. Peptizáláskor a peptizáló elektrolit adszorbeálódik a mikrofázisokon, elektromos kettősréteget hoz létre, gyöngítve a részecskek közötti vonzóerőt és így mechanikai hatásra bekövetkezik az egyes részecskeknek az aggregátumról való leszakadása. Mindazok a tényezők, amelyekről az elektromos kettősréteg tisztító energiájának nagysága függ, befolyásolja a keletkező szol töménységét, a szolrészecskek nagyságát. (Peptizálási példa: vas(III)-hidroxid csapadék leválasztása NaOH-val FeCl₃-oldatból. Elektrolitmentesre való mosás után peptizálható különböző tö-

ménységű, de híg FeCl_3 -oldattal, tetszés szerinti géluszpenzió-peptizátor oldatarányánál.)

Peptizálás során a részecskék közötti vonzó- vagy taszítóerő nem mérhető. E tekintetben is új eredményeket hozott a kvázikolloid-méretű ($1\text{--}100\ \mu\text{m}$) részecskék közötti adhéziós erők mérése. Sima felületre ülepített részecskéket, majd a felületet döntve mérte azt a szöget, amelynél a részecskék leszakadnak a felületről. E szakadási szögéből számítható az adhéziós erő nagysága. Megállapította, hogy az adhéziót mind az elektrokinetikai potenciál, mind a felületi szolvatáció növekedése csökkenti. Ezen eredmények és a szolok koagulálása mechanizmusának vizsgálata, a víz szerkezetének figyelembevételével elvezette Buzághot az Ostwald–Buzágh-féle kontinuitási elv felismeréséhez. Lényege: minél harmonikusabban illeszkednek be a szolrészecskék a közeg szerkezetébe, annál nagyobb a szol állandósága.

Peptizációs vizsgálatai a makromolekulás anyagokra (cellulóz, lignin, kollagén) is kiterjedtek, amelyek életének utolsó két évtizedében bővültek a makromolekulás kolloidok oldatainak szételegyedésének, koacerválásának és szerkezetképződésének kérdéseivel.

Egyetemi előadásai technikai szempontból (elsősorban hangerő) nem voltak túl jók, de ha valaki az előadásokat már a kolloidika ismeretében hallgathatta mint kezdő egyetemi oktató, kimondottan lebilincselők voltak. A kezdők, az először vizsgázók azonban több nehézséggel küszködtek. A magunk készítette jegyzetek viszonylag gyengék voltak, nem tették lehetővé még a tananyag pontos megtanulását sem. (Ezen csak az segített, ha 4-5-en összejöttek és a tananyagot szemináriumszerűen óráról-órára haladva feldolgozták.) Ha még azt is figyelembe vesszük, hogy Buzágh nagy fontosságot tulajdonított a hallgatók önálló gondolkodásra és az ismeretek alkalmazó készségére való nevelésnek, érthető, hogy az elégtelen osztályzatok száma nagy volt, amely csak könyveinek megjelenése után csökkent az átlagosra. A hallgatók többsége mindebből csak annyit érzékelt, hogy olyan kérdést kapott, ami az előadáson közvetlenül szóba sem került, érdemjegye igazságtalan, a vizsgáztatás rapszodikus. Ilyen szellemű, önálló ismeretalkalmazást is kívánó kérdésekhez korábban nem szoktak hozzá. Mégis e generáció idősd-

ve egyre határozottabban jelentette ki, hogy 30 éven át a „Buzághból” éltünk.

Az önállóságra nevelés hatotta át a gyakorlati oktatást is. A 40-es években még csak szabadon választható kolloidikagyakorlat volt (index szerint heti 10 óra), de az egész hetet ott lehetett tölteni. Csak a feladatok címei voltak adottak – amelyek közül érdeklődés szerint lehetett választani – és egy nagy üvegszekrény, ahonnan össze lehetett szedni jó fantáziával a méréshez szükséges berendezés alkatrészeit. A doktoranduszi „kis témában” is szabadon töprenghetett a jelölt, hogy a megadott feladathoz min, mit és hogyan mér. A témában való előrehaladás másik oldalaként viszont Buzágh 1-2 hetenként mindenkit végigjárt a laboratóriumban, megsejmelte a legújabb eredményeket.

Végezetül hadd fejezem be megemlékezésem Lengyel Béla (1962), az ELTE Általános és Szervetlen Kémiai Tanszéke vezetőjének idézetével:

„Buzágh Aladár életműve oly tudományterületen jelentkezik, amelynek egyik úttörője és kifejlesztője volt. Ez az életmű maradandó és időtálló alkotásaival egyszer s mindenkorra bevonult a kémiai tudományokba, és ezzel megkoronázza mindazt a hazai és külföldi elismerést, amely személyében mindig szerény, igénytelen alkotójának életében kijutott. A magyar tudomány és a magyar kémikusok méltán lehetnek büszkéek az elpihent tudósra, aki – noha kis ország fia volt – a népek nemzetközi tudományos versenyében nemcsak megállta a helyét, hanem nevének osztatlan tekintélyt és megbecsülést szerzett.”

Irodalom

- [1] Buzágh A.: A kolloidok természettudományi jelentősége. A királyi Magyar Természettudományi Társulat kiadása. Budapest, 1931.
- [2] Frankenheim M.L.: Die Lehre von der Cohesion. Breslau, 1835.
- [3] Graham Th.: Liebig's Ann. d. Chem. 77 56, 1851. 129.
- [4] Juncker-Johann: Conspectus Chemiae. 1749.
- [5] Lengyel B.: Buzágh Aladár 1895-1962, Magyar Tudomány. VII. K. 3. sz. 1962. 173-176.

Fridliné dr. Lajos Ildikó

A biológiai fény szemléltetése a középiskolában

Elt egyszer valamikor egy király, kinek a kertjében egy csodálatos, aranyalmát termő fa nőtt. Észrevette a király, hogy éjszakánként valaki lopja az almákat, megbízta hát legkisebb fiát, hogy őrizze a kertet. A kis királyfi késő éjszakáig virrasztott, mígnem elnyomta az álom. Hirtelen nagy fényességre riadt fel s látja, hogy egy tűzmadár száll a fára, az szedi az almákat. Megpróbálta elkapni a madarat, de csak egy tollát sikerült kitépnie, az maradt a kezében. A király, a királyfi, az aranyalmát termő fa, mind a mesék világához tartoznak, a tűzmadár azonban igazi, s nem csak a királyfi gyönyörködhet benne.

„Élő lámpácskák” – a biolumineszcencia jelensége

Az élő anyag fénykibocsátása egyike a természet azon csodáinak, melyek évezredek óta foglalkoztatják az embereket. Kínában mintegy 3500 évvel ezelőtt feljegyzéseket készítettek világító rovarokról. Sötétben világítanak a korhadt fadarabok, és éjszaka néha csodálatosan izzik a tenger. Ezen jelenségeket ugyancsak megfigyelték az ókori emberek, okát azonban nem tudták. Az elmúlt 500 évben azután számos tudós, filozófus, orvos és költő foglalkozott az élőlények fényprodukciónak rejtélyével. Jelenleg több mint ezer olyan fajt ismerünk a Földön, amelyeknek egyedei valamiképp fényt tudnak gerjeszteni. A világító szervezetek többsége a tengerben él, a legkisebbeknek egész testük világít, a nagyobbaknak speciális világítószervük van. Édesvízi faj mindössze egy akad, egy Új-Zélandon élő csigafaj. A szárazföldi élőlények között férgeket és rovarokat találunk, amelyek a biolumineszcencia jelenségét mutatják, a nagyobb testű

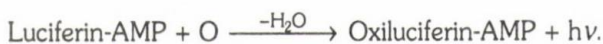
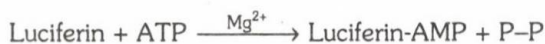
állatok azonban nem képesek erre. Ezek akkor világítanak, ha világító mikroorganizmusokkal élnek együtt. Ha például a *madarak tollain világító baktériumok* vagy *gombák telepszenek meg, kész a mesebeli tűzmadár*. Annak okairól, hogy a biolumineszcencia hogyan alakult ki az élővilágban, számos elmélet született. W.D. McElroy és H.H. Seliger, a John Hopkins Egyetem tanárai olyan érdekes elképzelést terjesztettek elő, miszerint kezdetben a kémiai energiának fénné történő átalakítása, mint túlélési mechanizmus volt szükségszerű. Földünk légköre az élet megjelenésekor – mintegy négy milliárd évvel ezelőtt – hidrogénben, metánban, szén-monoxidban gazdag, oxigénmentes, úgynevezett redukáló légkör volt. Az első élő rendszerek tehát csak anaerob szervezetek lehettek. Idővel a légkör fokozatosan átalakult, oxigéntartalma jelentősen megnövekedett, s így az anaerob fajokat az oxidáció általi kihalás veszélye fenyegette. Számos faj bizonyosan erre a sorsra jutott, azonban néhány alkalmazkodni tudott a megváltozott környezethez. Az elmélet szerint az első biológiai oxidációra képes szervezetek az oxidációs reakciók során felszabaduló energiát nem hővé alakították – hiszen ez az elégésükhöz vezetett volna –, hanem fénykibocsátásra használták fel. Az evolúció során azután az energiaátalakítás más formái kerültek előtérbe, de a fajok egy része megőrizte a fénykibocsátás képességét, felhasználván azt a fennmaradásért folytatott küzdelemben. Természetesen más elméletek is napvilágot láttak a témával kapcsolatosan, valójában azonban nem sikerült még megfejtetni a természet e rejtélyét.

Az élőlények által kibocsátott fény sokféle színű lehet: fehér, kékeszöld, vörös. Szerepe főleg a párok egymásra találásában, a zsák-

mány odacsalogatásában, vagy éppen a támadó előli menekülésben van. A szentjánosbogár nőstényének a potroh hasi oldalán van a világítószerve. Amikor alkonyodik, a nőstény felmászik egy fűszálra és potrohát felfele görbíti, hogy fénye jól látszódjon és odacsalogassa a hímeiket. A repülő hímek ritmikus fényfelvillanásokat, hívőjeleket bocsátanak ki, amelyre a nőstény meghatározott idő után válaszol. A hívó- és a válaszjel között eltelt idő hosszából állapítja meg a hím, hogy saját fajú nősténytől érkezett-e a jel. A mélytengeri garnélák veszély esetén speciális mirigyeikből fénylő folyadékot lövellnek ki, így próbálnak eltűnni a ragadozó szeme elől. A horgászhal viszont a zsákmány megszerzéséhez használja a világítószervét. Lapos testével a tenger fenekéhez simulva várja áldozata közeledtét. Hátúszójának első merevítő sugara előre, az orrhegyre tolódott és mozgatható, körteszerű, gyakran világító horoggá alakult. A csalétek iránt érdeklődő áldo-

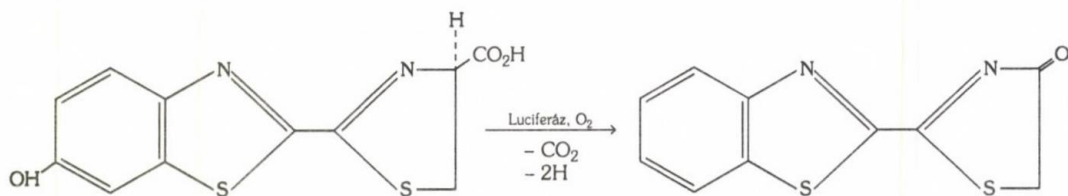
zatot azután egy erőteljes szívással beszippantja.

A biolumineszcencia molekuláris mechanizmusának tisztázása során az első jelentős lépést Robert Boyle tette meg a XVII. században Angliában. Megállapította, hogy az általa vizsgált gombok csak molekuláris oxigén jelenlétében bocsátanak ki fényt. Később a XVIII. században a francia Reamur porított, szárított szervezeteket tanulmányozott, melyek víz hozzáadásával világítottak. Alapvető jelentőségű volt a francia Dubois munkássága a XIX. század végén. A vizsgált tengeri és szárazföldi fajokból egy *luciferin* nevezetű anyagot sikerült kivonnia (a latin *lucifer* = fényhordozó szóból), valamint egy enzimet, melyet *luciferáznak* nevezett. A *luciferin* – *luciferáz* elegy oxigén jelenlétében fényt bocsát ki. Mintegy ötven évvel később E.N. Harvey tisztázta a reakció egyenletét.



Sejten belüli és sejten kívüli lumineszcenciát ismerünk. Utóbbi esetben a luciferin és a luciferáz különböző sejtekben van, és az élőlény akkor világít, ha a két anyagot a sejtek közötti térbe préseli, ahol lejátszódik a reakció. Sejten belüli lumineszkálásnál a két anyagot

ugyanazon sejt tartalmazza. Többféle luciferin szerkezetét sikerült azóta megállapítani, és kémiai átalakulásuk lépései is tisztáztak. Példaként nézzük meg egy világító bogár, a *Photinus Pyralis* luciferinjének átalakulását!



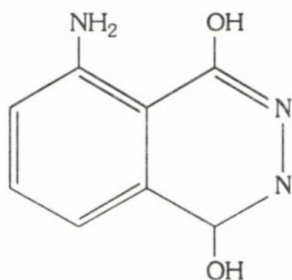
1.ábra

Kapcsolat a kemilumineszcenciával

A biolumineszcenciát a kemilumineszcencia egy ágának tekintjük, amikor is enzimatis kémiai reakciók folytán keletkezik fény az élő szervezetben. Ismeretes néhány szerves és szervetlen vegyület, amelyek kémiai átalakulá-

suk során szintén észlelhető mennyiségben bocsátanak ki fényt. Ezek a reakciók általában instabilis köztitermek keletkezésével járó kémiai folyamatok. A felszabaduló energia közvetítésében a reakció egyik terméke gerjesztett állapotba kerül, amelyből foton leadásával jut vissza alapállapotba. Ez a kemilumineszcencia jelensége.

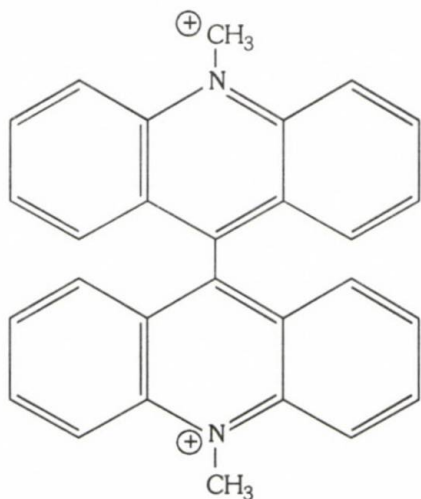
A legismertebb fénytermelő vegyület a luminol, melynek reakcióit először H.O. Albrecht tanulmányozta 1928-ban. Különböző körülmények között lejátszódó oxidációs reakciói, változatos színű és intenzitású fényjelenséget produkálnak. Különösen érdekes a dime-til-szulfoxidos közegben lúg jelenlétében vég-bemenő reakció, ugyanis ez hasonló feltételek mellett, hasonló fényintenzitású sugárzást produkál, mint az élő szervezetek biolumineszcenciája.



2. ábra

Luminol (5 amino - 14 dihidroxi - ftalazin)

A lucigenin mint világító indikátor szintén jól használható, különösen sötét vagy zavaros oldatoknál. Savak és bázisok titrálására egyaránt alkalmas.



3. ábra

Lucigenin

A lumineszcencia nem része a középiskolás tananyagnak, azonban mindannyian ismerjük a világító szentjánosbogarakat, s a tanulók egy része olvasmányaiiban bizonytal találkozt már más világító szervezetekkel is. A téma érdekes lehet a biokémiai folyamatok tárgyalásánál is. Az úgynevezett hidegfény-produkció egyedülálló az energiaátalakítási folyamatok között.

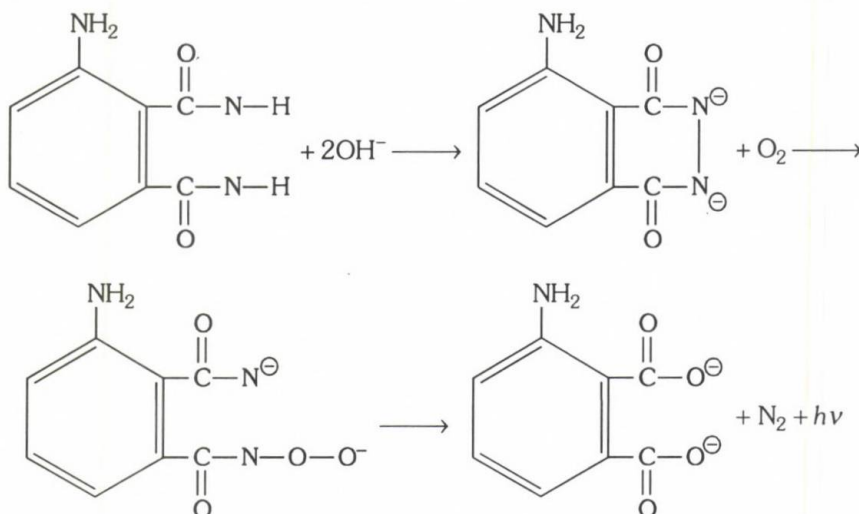
Az energiaátalakítás hatásfoka (η)

Gőzgép	8-10 %
Benzinmotor (Ottó)	25-30 %
Villanyizzó (25-100)	1,5-2,1 %
Fénycső (15-75W)	4,9-8,5 %
Harántcsikolt izom	kb. 20 %
Szívizom	kb. 30 %
Biolumineszcencia	70-90 %

Érdekes tehát egy vagy két órát rászánni a jelenség vizsgálatára, elsősorban szakköri vagy fakultációs foglalkozások keretében. A csoport érdeklődésétől függően a téma kémiai vagy biológiai vonatkozását hangsúlyozhatjuk inkább. A szemet gyönyörködtető látványt nyújtó reakciók vakáció előtti utolsó óra kitöltésére is rendkívül alkalmasak. Példaként három kísérletet említek, melyekhez az anyagok – ha nem is olcsón – beszerezhetők és évekig eltarthatók. A kísérletek csak besötétített szobában végezhetők el.

1. A luminol oxidációja dimetil-szulfoxidban

Oldjunk fel 15 mg luminolt 3 cm³ dimetil-szulfoxidban, majd sötétítsük el a termet! Adjunk a luminololdathoz 1 cm³ telített nátrium-hidroxid-oldatot! Rázzuk 1-2 percig erősen a lombikot! Hamarosan kék színű lumineszcenciát figyelhetünk meg, melyet az oldat akár két hétig is mutathat.



4. ábra

2. Kétszínű kemilumineszcenciás reakció

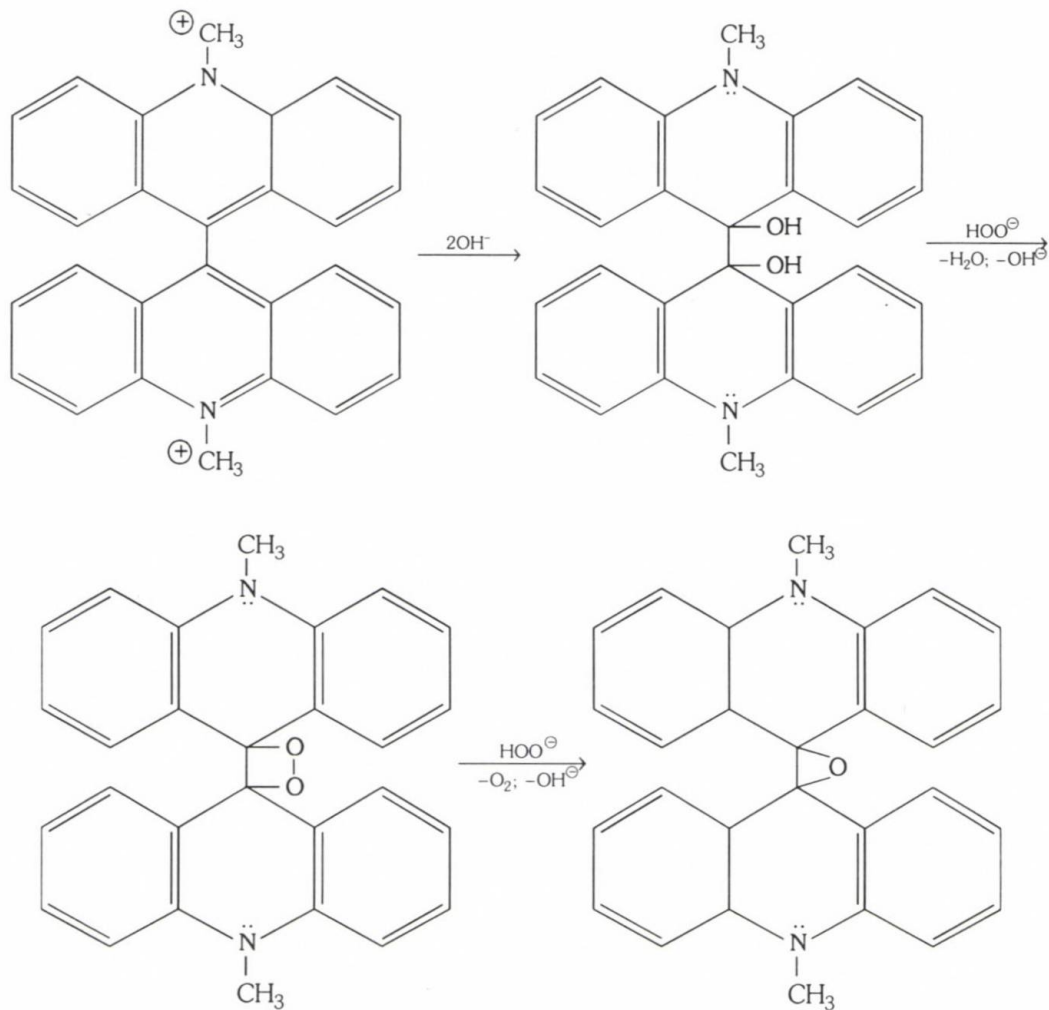
Oldjunk fel 40 cm³ desztillált vízben 0,8 g nátrium-hidroxidot, 0,005 g luminolt, 25 g kálium-karbonátot és 1 g pirogallolt! Keverjük jól össze az oldatot, majd adjunk hozzá 10 cm³ 40 tömegszázalékos formaldehid-oldatot! Öntsük az egészet 1000 cm³-es főzőpohárba, állítsuk tálcára, majd adjunk hozzá 30 cm³ 30 tömegszázalékos hidrogén-peroxid-oldatot! Először az oldat pirosan világít, majd kék színű habzást figyelhetünk meg. A piros fény a pirogallol és formaldehid oxidációját, a kék fény a luminol oxidációját kíséri (lásd 1. kísérlet).

3. Vörösbor savtartalmának meghatározása lucigenin jelenlétében

20 cm³ – öt-tíz percig forralt – vörösborhoz 5 cm³ 5 tömegszázalékos lucigeninoldatot és 5 cm³ 3 tömegszázalékos friss hidrogén-peroxid-oldatot adunk, majd sötétben 0,1 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal titráljuk. A lúg becsöppenése helyén felvilanást észlelünk. A végpontig titrált oldat halványzöld színnel világít. Etanol hozzáadása intenzívebbé teszi a fényt és az oldat színe kékeszöld lesz.

A lucigeninből lúgos közegben képződő pszeudobázist a hidrogén-peroxid-anion először lucigenin-peroxiddá, majd lucigenin-oxidá oxidálja. Ez utóbbi reakció fénykibocsátással jár. Az indikátor a későbbiek folytán hidrolízissel regenerálódik. Kevés alkohol alkalmazásakor vagy alkohol nélkül az átcsapási pH 8,5-9, sok alkohol mellett 7,5-8,5.

Az emberiség régi törekvése, hogy a lumineszcenciát saját szolgálatába állítsa. A régészet, a kriminalisztika és az ipar számos területén felhasználják azt a jelenséget, hogy nagyon kicsi mennyiségben jelen lévő anyagok rövidhullámú fénnel megvilágítva, minőségüktől függő színképi összetételű és mennyiségüktől függő intenzitású hosszabb hullámhosszú fényt bocsátanak ki. Karsztos területek vízjáratainak kutatásában vízfestékként használnak lumineszkáló vegyületeket. Számos egyéb területen próbálkoznak még a kutatók a lumineszcencia gyakorlati alkalmazásának lehetőségeivel. Különösen nagy erővel kutatják a biolumineszcencia mint természetes fényforrás felhasználásának módját. A braziliai őserdőkben élő nagy kalapú, világító gombákat az őslakosok zseblámpaként használják. Nagyon vonzónak tűnik az az egyes tudósok által táplált remény, hogy lakások, hajók, tengeralattjárók világítására egyszer az élő szervezetek által termelt fényt hasznosítsuk.



5.ábra

Irodalom

- [1] Bárdos L.: A biolumineszcencia mint analitikai módszer. Természet Világa. 10, 112. évf. 1981.
- [2] Bruckner Gy.: Szerves kémia. III/1.
- [3] Rózsahegyi M. – Wajand J.: 575 kísérlet a kémia tanításához. Tankönyvkiadó, 1991.
- [4] Schneider H.W.: A New Long-Lasting Luminol Chemiluminescent Cold Light. Journal of Chemical Education. 1970/7.
- [5] Szergejev B.: Isznak-e a halak. MIR (Moszkva), Natura, Budapest, 1978.
- [6] Waldernar A.: A Biological Light. Journal of Chemical Education. 1975/3.

Dr. Tóth Zoltán

Koncentrációk átszámítása táblázat segítségével¹

Az első osztályos gimnáziumi tananyag „Oldatok” témakörében a legnagyobb problémát az oldatok összetételével kapcsolatos számítások jelentik. A különböző koncentrációjúak (tömegszázalék, molszázalék, térfogatszázalék, molaritás stb.) egymásba történő átszámítását viszonylag könnyűvé és áttekinthetővé tehetjük egy táblázatos módszer segítségével.

A módszer lényege a következő: a tanult koncentrációjúak számításához három alapvető mennyiség: az anyagmennyiség (n), a tömeg (m) és a térfogat (V) kombinációjával juthatunk el. Ezt a három mennyiséget tüntetjük fel a táblázat három sorában. A táblázat oszlopai az oldott anyag, az oldószer és az oldat adatait fogják tartalmazni.

	oldott anyag	oldószer	oldat
n (mol)		+	=
M			-----
m (g)		+	=
ρ			
V (cm ³)			

A táblázat egyes négyszögei egymással kapcsolatban vannak, a köztük lévő választóvonalak (kivéve a kettős vonalakat) átjárhatók. Az anyagmennyiség sorából a tömegsorba és viszont a moláris tömeg (M) felhasználásával juthatunk át ($m = n \cdot M$). A tömegsorból a térfogat sorába és viszont a sűrűség (ρ) segítségével juthatunk ($m = \rho \cdot V$). (Az oldat anyagmeny-

nyisége és tömege között általában ritkán tudunk közvetlenül átmenetet létesíteni, mivel ehhez az oldat átlagos moláris tömegére lenne szükség.) Az anyagmennyiségsoron és a tömegsoron belül az egyes adatok közötti kapcsolatot az anyagmegmaradás törvénye jelenti. Nincs viszont közvetlen kapcsolat az oldószer és az oldott anyag térfogata, valamint az oldat térfogata között.

Példák a táblázat használatára

1. feladat: Számoljuk ki az $5,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

koncentrációjú KOH-oldat tömeg%-os és mol%-os összetételét, valamint a tömegkoncentrációját! Az oldat sűrűsége $1,216 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Mivel az oldat mólkonzentrációja adott, ezért vegyünk 1 dm^3 , azaz 1000 cm^3 oldatot, ebben van $5,00 \text{ mol}$ oldott anyag. Ez a két kiindulópontunk a táblázat kitöltésekor:

	KOH	víz	oldat
n (mol)	5,00	+	=
M			-----
m (g)		+	=
ρ			
V (cm ³)			1000

A tömeg%-os összetétel számításához szükségünk van a KOH tömegére és az oldat tömegére. A KOH tömegét az anyagmennyiség és a moláris tömeg ismeretében, az oldat tömegét a térfogat és a sűrűség ismeretében számolhatjuk ki.

¹A szerző köszönetét fejezi ki az Országos Tudományos Kutatási Alapnak a munka anyagi támogatásáért (OTKA T-007062).

	KOH	víz	oldat
n (mol)	5,00	+	=
M	↓		-----
m (g)	280,1	+	= 1216
ρ			↑
V (cm ³)			1000

Innen az oldat tömeg%-os összetétele:

$$\frac{100 \cdot 280,1 \text{ g}}{1216 \text{ g}} = 23,03 \frac{\text{m}}{\text{m\%}}$$

A mólszázalékos összetételhez ismernünk kell az oldat anyagmennyiségét, ehhez az oldószer anyagmennyiségére is szükség van. Az oldószer anyagmennyiségét pedig az oldószer tömegén keresztül számolhatjuk ki.

	KOH	víz	oldat
n (mol)	5,00	+	51,99 → 56,99
M	↓	↑	-----
m (g)	280,1	→ 935,9 ←	= 1216
ρ			↑
V (cm ³)			1000

Az oldat mól%-os összetétele:

$$\frac{100 \cdot 5,00 \text{ mol}}{56,99 \text{ mol}} = 8,77 \frac{\text{n}}{\text{n\%}}$$

A tömegkoncentrációt az oldott anyag tömege és az oldat térfogata alapján számolhatjuk ki:

$$\frac{280,1 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3} = 0,280 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 280 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$$

2. feladat: Számoljuk ki a 3,00 mól%-os KBr-oldat tömeg%-ban és molaritásban megadott koncentrációját! Az oldat sűrűsége $1,288 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Mivel az oldat mólszázalékos összetétele adott, ezért vegyünk 100 mol oldatot, ebben van 3,00 mol KBr.

	KBr	víz	oldat
n (mol)	3,00	+	= 100,00
M	↓		-----
m (g)		+	=
ρ			
V (cm ³)			

A tömeg%-os összetétel számításához a KBr tömegére és a 100 mol oldat tömegére van szükség. Az előbbi egy lépésben, az utóbbit a víz anyagmennyiségén és tömegén keresztül számolhatjuk ki.

	KBr	víz	oldat
n (mol)	3,00	→ 97,00 ←	= 100,00
M	↓	↓	-----
m (g)	357	+ 1746	= → 2103
ρ			
V (cm ³)			

Az oldat tömeg%-os összetétele:

$$\frac{100 \cdot 357 \text{ g}}{2103 \text{ g}} = 16,98 \frac{\text{m}}{\text{m\%}}$$

A molaritás számításához ismernünk kell még a 100 mol oldat térfogatát, ehhez az oldat tömegén keresztül vezet az út.

	KBr	víz	oldat
n (mol)	3,00	→ 97,00 ←	= 100,00
M	↓	↓	-----
m (g)	357	+ 1746	= → 2103
ρ			↓
V (cm ³)			1633

Az oldat molaritása:

$$\frac{3,00 \text{ mol}}{1,633 \text{ dm}^3} = 1,84 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

3. feladat: A 39,37 tömeg%-os sósavoldat sűrűsége $1,195 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Számoljuk ki az oldat mól%-os összetételét és molaritását!

Mivel a tömeg%-os összetétel adott, ezért vegyünk 100,00 g oldatot, melyben van 39,37 g HCl!

	HCl	víz	oldat
n (mol)		+	=
M			-----
m (g)	39,37	+	= 100,00
ρ			
V (cm ³)			

A mól%-hoz szükségünk van a HCl anyagmennyiségére és a 100 g oldat anyagmennyiségére. Az előbbi egy lépésben, az utóbbit a víz tömegén és anyagmennyiségén keresztül számolhatjuk ki.

	HCl	víz	oldat
n (mol)	1,079	+	3,368 = 4,447
M	↑	↑	-----
m (g)	39,37	+ → 60,63 ←	= 100,00
ρ			
V (cm ³)			

Az oldat mól%-os összetétele:

$$\frac{100 \cdot 1,079 \text{ mol}}{4,447 \text{ mol}} = 24,26 \frac{n}{n\%}$$

A molaritáshoz szükséges még a 100 g oldat térfogatának ismerete is.

	HCl	víz	oldat
n (mol)	1,079	+	3,368 = 4,447
M	↑	↑	-----
m (g)	39,37	+ → 60,63 ←	= 100,00
ρ			
V (cm ³)			83,68

Az oldat mólkoncentrációja:

$$\frac{1,079 \text{ mol}}{0,08368 \text{ dm}^3} = 12,9 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

4. feladat: 60 g ecetsavat 50 g vízzel elegyítünk. A kapott elegy sűrűsége $1,017 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Az ecetsav sűrűsége $1,0497 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, a víz sűrű-

sége $1,000 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Adjuk meg az ecetsav koncentrációját tömegszázalékban, mólszázalékban, térfogatszázalékban, molaritásban és tömegkoncentrációban! Számoljuk ki azt is, hogy az elegyítés során hány cm³ térfogatváltozás lép fel! Mennyi lesz a kapott elegy átlagos moláris tömege?

A kitöltött táblázat a következő:

	ecetsav	víz	elegy
n (mol)	1,000	+	2,778 = 3,778
M	↑	↑	-----
m (g)	60,00	+	50,00 = 110,00
ρ	↓	↓	↓
V (cm ³)	57,16	50,00	108,16

A táblázatban lévő adatok alapján a feltett kérdésekre a válaszok:

Tömeg%-os összetétel: $\frac{100 \cdot 60,00 \text{ g}}{110,00 \text{ g}} = 54,55 \frac{m}{m\%}$

Mól%-os összetétel: $\frac{100 \cdot 1,000 \text{ mol}}{3,778 \text{ mol}} = 26,47 \frac{n}{n\%}$

Térfogat%-os összetétel:

$$\frac{100 \cdot 57,16 \text{ cm}^3}{108,16 \text{ cm}^3} = 52,85 \frac{v}{v\%}$$

$$\text{Molaritás: } \frac{1,000 \text{ mol}}{0,10816 \text{ dm}^3} = 9,25 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\text{Tömegkoncentráció: } \frac{60,00 \text{ g}}{108,16 \text{ cm}^3} = 0,5547 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 554,7 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$$

Az elegyítés során fellépő térfogatváltozás:
 $\Delta V = V_{\text{elegy}} - (V_{\text{ecetsav}} + V_{\text{víz}}) = 108,16 \text{ cm}^3 - 107,16 \text{ cm}^3 = 1,00 \text{ cm}^3$. Azaz az elegyképződés során térfogatnövekedést tapasztalhatunk.

Az elegy átlagos moláris tömegét az elegy tömegének és anyagmennyiségének hányadosa adja:

$$M_{\text{elegy}} = \frac{110,00 \text{ g}}{3,778 \text{ mol}} = 29,116 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Dr. Rózsahegyi Márta – Dr. Wajand Judit

Az 1994/95. tanévi kémia OKTV III. (gyakorlati) fordulója (I. kategória)¹

Az I. kategória feladatai és értékelése

Az OKTV gyakorlati fordulóján az 1994/95. tanévben az általános tantervű osztályok versenyzőinek a következő feladatokat kellett megoldaniuk.

1. feladat

Szilárd réz(II)-szulfát kristályvíztartalmának meghatározása jodometriásan

A borok redukáló cukortartalmát Fehling-reakcióval határozzák meg. A borhoz feleslegben ismert koncentrációjú és térfogatú Fehling-oldatot adnak, és a reakció után megmaradt reagens réz(II)-ion koncentrációját meghatározva kiszámítható a bor redukáló cukortartalma.

Az ismeretlen oldat m g $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -t tartalmaz. Réz(II)-iontartalma (g-ban) meggyezik 100 cm^3 ismeretlen mennyiségű redukáló cukrot tartalmazó borhoz adott $C \text{ cm}^3$

réz(II)-ionra nézve $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ Fehling-oldatból a reakció után visszamaradt oldatmennyiségben található réz(II)-ion mennyiségével.

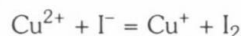
Készíts a kapott ismeretlenből $100,00 \text{ cm}^3$ törzsoldatot! Mérj be 10 cm^3 -t a csiszolt dugós titrálólombikba! Mérőhengerrel adj hozzá 30 cm^3 desztillált vizet, 5 cm^3 $10 \text{ t}\%$ -os ecetsavoldatot, egy csapott vegyszeres kanálnyi (kb. 1 g) szilárd kálium-jodidot.

Dugóval zárd le a lombikot, rázd össze tartalmát és hagyd állni 10 percig!

Ezután titrálj az oldatot $0,01 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ pontos

koncentrációjú nátrium-tioszulfát-mérőoldattal! Kb. 5 cm^3 mérőoldat beengedése után a sárga oldathoz adj 5 - 10 csepp keményítőoldatot, és titrálj elszíntelenedésig, miközben időnként rázd össze az oldatot!

a) Rendezd a reakcióegyenleteket!



b) Miért lesz a titrálás végén az oldat csapadékos?

c) Számítsd ki, mi a pontos képlete annak a kristályvíztartalmú réz(II)-szulfátnak, amelyből az ismeretlen készült. (x értéke törtszám is lehet.)

$\text{Ar}(\text{Cu}) = 63,5$

Mérőoldatfogyás: cm^3
..... cm^3 .

A számolás menete:

A kristályos réz(II)-szulfát képlete:
 $\text{CuSO}_4 \cdot \dots \text{H}_2\text{O}$.

d) Határozd meg, hogy a vizsgált bor 100 cm^3 -e hány gramm szőlőcukrot tartalmazott! (A redukáló cukor mennyiségét szőlőcukorban adják meg.)

A szőlőcukor moláris tömege: $180 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$.

A bor 100 cm^3 -ében g szőlőcukor van.

A feladat elvégzésére 90 perc áll rendelkezésre.

¹Kecskés Andrásné (OKSZI) szíves beleegyezésével.

2. feladat

a) A számozott kémcsövekben etil-acetát, n-butanol, nátrium-fenolát, nátrium-acetát, aszkorbinsav- és tejsavoldat van.

A rendelkezésre álló eszközök (üres kémcsövek, vízfürdő) és anyagok (fenolftalein, metilvörös indikátor, kálium-jodidos jódoldat, $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ koncentrációjú nátrium-hidroxid- és sósavoldat) felhasználásával határozd meg, hogy az 1-6. kémcsövekben melyik anyag található!

Írd le a vizsgálat menetét, magyarázd a különböző azonosításokat, ahol lehet, reakció-egyenlettel is!

b) Végezzük el a következő kísérleteket, figyeljük meg és magyarázzuk a látottakat!

A) A kémcsőben alul kloroform, fölötté egy **HA**-val jelzett vegyület nátrium-hidroxiddal megígósított oldata van.

1. Adj kb. 1 cm^3 $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ koncentrációjú sósavoldatot a kémcső tartalmához!

2. Helyezd vissza a dugót a kémcsőbe és erőlyesen rázd össze a kémcső tartalmát!

3. Önts az előbbi rendszerhez kb. 2 cm^3 $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot! A dugó visszahelyezése után enyhén rázogasd a kémcső tartalmát!

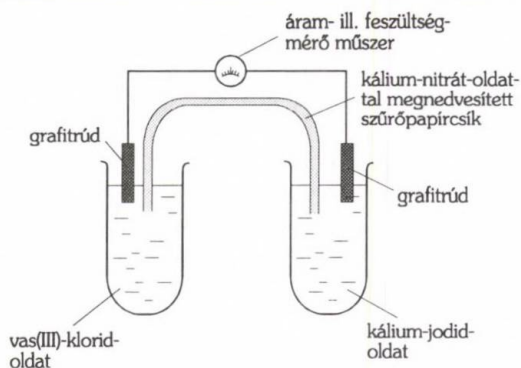
4. Erőlyesen rázd össze a kémcsőben lévő oldatokat!

A **HA**-val jelzett vegyület milyen tulajdonságaira következtethetünk a látottak alapján? (Megfigyelés, magyarázat, reakcióegyenletek.)

B) Az egyik kémcsőben vas(III)-klorid, a másikban kálium-jodid vizes oldata van. Önts a vas(III)-klorid-oldathoz egy kevés kálium-jodid-oldatot és figyeld a változást!

Magyarázd a látottakat!

Ha a két oldatot tartalmazó kémcsövet az ábrán látható módon összekapcsoljuk, mit tapasztalunk és miért?

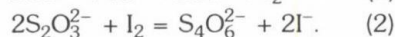


A 2. feladat elvégzésére 80 perc áll rendelkezésre.

Az 1. feladat megoldásának menete

Az ismeretlen oldat ismert tömegű (m_g) $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -t tartalmazott. Ebből készítettek desztillált vízzel 100 cm^3 végtérfogatra hígítva törzsoldatot. A törzsoldat $10\text{-}10 \text{ cm}^3$ -ét csi-szoldugós titrálólombikba mérve 5 cm^3 $10 \text{ t}\%$ -os ecetsavoldattal megsavanyítva $\sim 1\text{-}1 \text{ g}$ kristályos káliumjodid hozzáadása után 10 percig állni hagyták, majd pontosan $0,01 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ koncentrációjú nátriumtioszulfát-mérőoldattal, keményítő indikátor mellett megtitrálták. A titrálás végpontját az oldat elszíntelenedése jelezte.

a) A reakcióegyenletek a rendezés után:



b) A titrálás végén az oldatban feleslegben lévő jodidionok a réz(II)-ionokkal sárgásfehér réz(II)-jodid csapadékot adnak.

c) Az ismeretlen kristályvíztartalmú réz(II)-szulfát ($\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) pontos képletének (x meghatározása) számítása a titrálás eredményéből:

A 10 cm^3 Cu^{2+} -iontartalmú oldatra **B** cm^3 $0,01 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat fogyott.

Az egyenletek (1, 2) alapján 1 mol réz(II)-ion 1 mol tioszulfáttal reagál. Ezért a

törzsoldat Cu^{2+} -ionkoncentrációja $\left(\frac{A}{\text{dm}^3} \right)$ a

következő képlettel számolható:

$$- A = \frac{B \cdot 0,01}{10} = B \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$- 100 \text{ cm}^3 \text{ törzsoldatban } B \cdot 10^{-4} \text{ mol } \text{Cu}^{2+}\text{-ion s ugyanennyi mol } \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \text{ van.}$$

A réz(II)-szulfát és a víz moláris tömegének ismeretében:

$$- m_{\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}} = B \cdot 10^{-4} (159,5 + 18x).$$

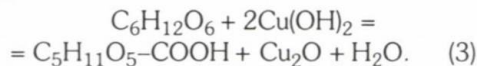
B és m ismert mennyiségek, így a $\frac{m}{B \cdot 10^{-4}} - 159,5$ x összefüggés alapján a

réz(II)-szulfát kristályvíztartalma, x értéke meghatározható.

(x a kiadott ismeretlenben 3,0 ; 3,5 ; 4,0 ; 4,5 vagy 5,0 lehetett.)

d) A vizsgált bor 100 cm^3 -ének szőlőcukortartalma:

A szőlőcukor Fehling-reakciójának egyenlete:



Az egyenletből: 1 mol szőlőcukor 2 mol Cu^{2+} -ionnal reagál.

A 100 cm^3 borhoz $C \text{ cm}^3$ $0,01 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ koncentrációjú Fehling-oldatot adtunk.

Ez az oldatmennyiség $C \cdot 10^{-4} \text{ mol } \text{Cu}^{2+}$ -iont tartalmaz.

A Fehling-reakció után a borban maradt $B \cdot 10^{-4} \text{ mol } \text{Cu}^{2+}$ -ion.

$$- A \text{ szőlőcukorral reagált: } C \cdot 10^{-4} - B \cdot 10^{-4} = 10^{-4} (C - B) \text{ mol } \text{Cu}^{2+}\text{-ion.}$$

$$- \text{Ez megfelel } (C - B) \cdot \frac{10^{-4}}{2} \text{ mol, vagyis}$$

$$- (C - B) \cdot \frac{10^{-4}}{2} \cdot 180 \text{ g szőlőcukornak } 100 \text{ cm}^3 \text{ borban.}$$

Az 1. feladat értékelése

A feladat hibátlan megoldásával 20 pontot lehetett elérni. Az (1, 2) egyenletek rendezése 1-1, a (3) egyenlet hibátlan felírása 2 pontot

ért. A munka menetének világos, érthető leírásáért és a logikus, pontos számolásért (5 + 4) = 9 pont, a titrálás végpontjában észlelt zavarosodás magyarázatáért 2 pont járt. A titrálási pontosságot maximum 5 ponttal jutalmaztuk. (Azért csak ennyivel, mert az I. kategóriába tartozó tanulóknak nincs titrálási gyakorlatuk, 1 %-os hiba alatt 5 pontot, 1-2 %-ig 4 pontot, 2-3 %-ig 3 pontot, 3-4 %-ig 2 pontot, 4-5 %-ig 1 pontot, 5 % feletti hiba esetén 0 pontot kapott a versenyző.)

Az elért eredmény

Az 1. feladatra kapott pontszámok 13-20 pont között változtak. A 26 versenyzőből heten érték el a maximális 20 pontot, négyen 19, hatan 18, hárman 17, ketten 16, hárman 15 pontot kaptak. 13 pontot csupán egy versenyző ért el. Az átlag 17 pont.

A pontvesztés leg több esetben a mérési pontatlanságból, a titrálás végi zavarosodás magyarázatának hiányából, esetleg egyenletrendezési hibából és a Fehling-reakció felírásának hiányából adódott. A leg több versenyző számára az 1. feladat elvégzése és értelmezése nem okozott problémát.

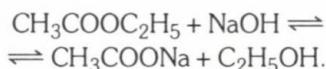
A 2/a feladat megoldásának menete

A kétféle indikátorral megvizsgálva három csoportra lehetett osztani a hat kémcső tartalmát:

- semleges: etil-acetát, n-butanol,
- savas: aszkorbinsav- és a tejsavoldat,
- lúgos: nátrium-fenolát, nátrium-acetát.

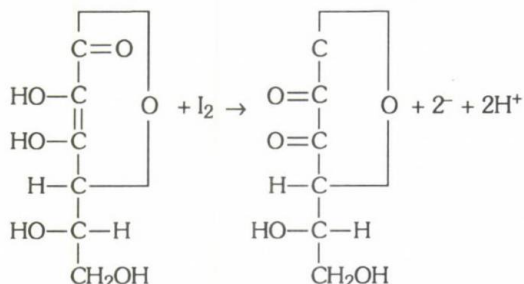
Az etil-acetát azonosítására el lehetett végezni a lúgos hidrolízist: a rendelkezésre álló nátrium-hidroxid-oldat kis részletéhez fenoltaleinoldatot cseppentve az oldat rózsaszín lesz. Ha ebből a rózsaszín oldatból az etil-acetáthoz egy keveset adunk, rövid idő alatt a szín eltűnik, az oldat elszíntelenedik.

Melegítéssel a hidrolízis meggyorsítható:



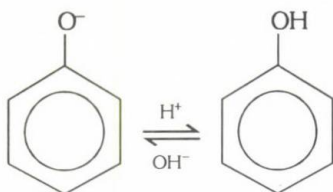
Így a két semleges kémhatású oldat azonosítható.

A savas kémhatású oldatok közül az aszkorbinsav reagál a kálium-jodidos jódoldattal, elszínteleníti azt. A **redukáló hatású aszkorbinsav** jodidionná redukálja az elemi jódot:



A tejsav nem reagál a kálium-jodidos jódoldattal.

Ha a lúgos kémhatású oldatokat megsavanyítjuk, akkor a nátrium-acetát-oldatban nem észlelünk változást, a nátrium-fenolát-oldatot tartalmazó kémcsőben viszont zavaros, tejszerű lesz az oldat. Ennek az a magyarázata, hogy **a fenol rosszul oldódik vízben**. Sav illetve lúg hozzáadásával a fenol-fenolát egyensúly eltolható:



A 2/a feladat értékelése

Összesen 18 pontot lehetett elérni, ebből $6 \cdot 2 = 12$ ponttal jutalmaztuk az oldatok helyes azonosítását, továbbá $6 \cdot 1 = 6$ pontot jelentett a világos, egyértelmű magyarázat.

Az elért eredmény

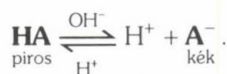
Közepesen nehéznek mondható a feladat, mert a 26 tanuló közül csak 8 érte el a maximális pontszámot. Az átlag 13,5 pont, a leggyengébb teljesítmény 8 pont volt.

A 2/b feladat megoldása

Két kísérletet kellett a versenyzőknek elvégezniük, a jelenségeket pontosan megfigyelniük és értelmezniük.

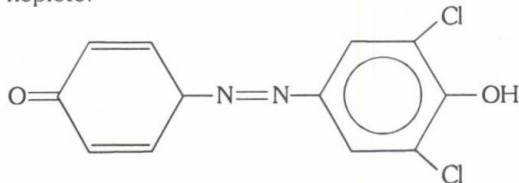
Az **A**-val jelölt kísérletben a kémcsőben alul a színtelen kloroform volt, fölötté pedig egy **HA**-val jelzett vegyület lúgos oldata, amely kék színű. Sósav hozzáadására a felső réteg színe pirosra változott. Rázás hatására az alsó réteg lett piros, a felső színtelen. Lúgoldat hatására az alsó réteg piros, a felső halvány kék lett, erőlyes rázás azt eredményezte, hogy az alsó réteg elszíntelenedett, a felső réteg pedig olyan kék lett, mint a kiindulási állapotban volt.

A tapasztaltakból arra kellett rájönniük a versenyzőknek, hogy a **HA vegyület egy sav-bázis indikátor**, amely disszociált állapotban az **A⁻**-val jelölt anion miatt kék, disszociálatlan formában pedig piros. A sav és lúg hozzáadásával a következő egyensúlyeltolás történt:



Az is látható volt a kísérlet során, hogy az **A⁻** anion vízben oldódik jól, **HA** formában a vegyület az apoláris kloroformban oldódik jobban. Ez a tapasztalat megfelel a hasonló old szabálynak.

(Tájékoztatásul megadjuk, ha esetleg valaki be akarja mutatni az igen tanulságos kísérletet, hogy a **HA** vegyület a 2,6-diklór-indofenol, képlete:



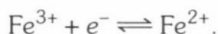
A **B**-vel jelölt kísérletben vas(III)-kloridot és kálium-jodidot reagáltattak a versenyzők. Azt tapasztalták, hogy a halványsárga oldat színe barnára változott a kivált jód miatt.

Redoxireakció játszódik le:

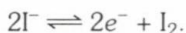


A jodidion redukálja a vas(III)-iont miközben jóddá oxidálódik. A vas(II)-ion halványzöld színét elnyomja a jóddal erősebb színe.

A rajzon látható berendezésben térben elválasztjuk a két rendszert, azaz a közvetlen elektronátadás helyett a közvetett, vezetéken keresztüli elektronáramlás és -átadás jön létre, tehát galvánelemt képeztünk. A feszültségmérő műszer kitér, áramot jelez. A katód a bal oldali kémcsőben lévő oldat és elektród, itt redukció történik:



Az anódon oxidáció játszódik le:



A bal oldali kémcsőben az oldat halvány-sárga színe zöldre változik, a jobb oldali kémcsőben a szintelen oldat sárga, majd barnás színű lesz. A töltésgyensúly biztosítása érdekében sóhíddal kell összekötni a két oldatot.

A 2/b feladat értékelése

Mind az **A**, mind a **B** kísérlet pontos megfigyelése és a látott változás helyes magyarázata 6-6 pontot ért.

Dr. Botyánszki János

1994/95. tanévi kémia OKTV III. (gyakorlati) fordulója (III. kategória)

1. feladat: Egy oxovegyület azonosítása

A kémikusok a kémia fejlődésének sok százada alatt a vegyületek anyagi minőségének meghatározására, azonosítására számos módszert dolgoztak ki. Az egyik legegyszerűbb – és a gyakorló vegyészek által is gyakran alkalmazott – lehetőség a vegyület olvadáspontjának meghatározása. E módszernek persze természetesen korlátja az, hogy a vizsgált anyagnak szilárd halmazállapotúnak, kristályosnak kell

Az elért eredmény

Valamennyi feladat közül a kísérletek értelmezése jelentette a legnagyobb problémát a tanulók számára. Mindössze 2 versenyző érte el a maximális 6 pontot az **A** kísérlet helyes magyarázatával. 5 tanuló teljesítménye csak 2 pont volt, ami azt jelenti, hogy még a megfigyelésük sem volt egészen pontos. Az átlag 3,9 pont. A **B**-vel jelölt feladat megoldásának átlageredménye 3,8 pont volt. Itt is csak 2 tanuló kapott maximális pontot. Sajnos 2 esetben csak 0 pontot lehetett adni. Összetévesztették a galvánelemt és az elektrolízist.

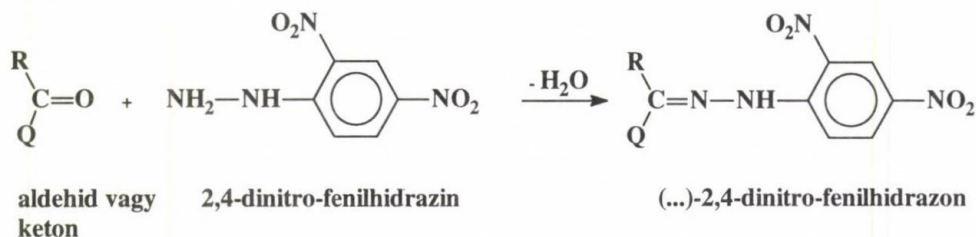
Összesítve az I. kategória gyakorlati fordulójában elérhető maximális 50 pontot 1 versenyző érte el, megérdemli, hogy itt is szerepeljen a neve: Gilicze Bálint, Szent István Gimnázium, Budapest. A legalacsonyabb pontszám 26 volt, ezt egy III. osztályos tanuló érte el, akinek még nyilvánvalóan kevés a rutinja a laboratóriumi munkában. Az átlageredmény: 39,2 pont, ami jó teljesítmény, illetve azt is jelzi, hogy a feladatok nehézségi foka megfelelő volt.

Példás fegyelmet tanúsítottak a versenyzők munkájukban és viselkedésükben egyaránt. Összinté örömmel gratulálunk nekik és felkészítő tanáraiknak!

lennie. Sokszor azonban még a folyadékok is azonosíthatók olvadáspontméréssel, ha előzőleg olyan származékot készítünk belőlük, amelyek jól kristályosodnak. A módszer különösen jól használható akkor, ha a vegyületcsaládon belül a származékok olvadáspontja (továbbiakban: op.) a kiindulási vegyülettől függően széles hőmérséklettartomány között változik.

Egy ilyen lehetőség az oxovegyületek (aldehidek és ketonok), valamint a 2,4-dinitrofenilhidrazin (a továbbiakban: DNPH) között

lejátszódó kondenzációs folyamat:



A feladat egy ismeretlen oxovegyület azonosítása:

- ① a reagens elkészítése
- ② származékkészítés
- ③ op. meghatározása
- ④ táblázat segítségével azonosítás

Rendelkezésre álló anyagok: DNPH, 96 %-os alkohol, cc. H_2SO_4 , reagens brómos víz, ismeretlen vegyület.

Rendelkezésre álló eszközök: 25 ml-es, 50 ml-es Erlenmeyer-lombik, üvegbot, szűrőberendezés, Pasteur-pipetta, 10 ml-es mérőhenger, 25 ml-es mérőhenger, kristályosító tál (hűtéshez), üres kémcsövek, op.-cső, ejtőcső, hőmérő, gumigyűrű, olajfürdő, rezsó, csempe, gumikesztyű, védőálarc.

FIGYELEM: A gyakorlati munka megkezdésétől kezdve a ② rész (származék előállítása) befejezéséig a **védőálarc és a gumikesztyű folyamatos viselése kötelező**, amit a felügyelő tanárok ellenőriznek! Ezen utasítás megszegése – egy figyelmeztetés után – a gyakorlat befejezését vonja maga után!!! A védőeszközök viselése a ③ és ④ részekben ajánlott, de nem kötelező.

① DNPH-reagens elkészítése

A 25 ml-es Erlenmeyer-lombikba szórjon 0,4 g (2 mmol) DNPH-t (kimérve az asztalon található), a 10 ml-es mérőhengerrel kimérve adjon hozzá 2 ml cc. kénsavat! A mérőhengert azonnal öblítse el vízzel, majd kétszer 96 %-os alkohollal (továbbiakban: alkohol), és szájjával lefelé fordítva helyezze az asztalra, hogy az alkohol kicsöpögjön. (Ugyanezt fogja majd használni az ismeretlen beméréséhez!)

Egy-két percig rázogassa az elegyet, majd amikor a szilárd anyag már csaknem feloldódott, **ÓVATOSAN**, Pasteur-pipetta segítségével, a rázogatást folytatva, lassan csöpögtessen hozzá 3 ml vizet (közben az elegy erősen melegszik, ami nem baj!!). További két perc rázogatás után (kevés DNPH maradhat oldatlanul) a még forró oldathoz adjon hozzá 10 ml alkoholt! Átlátszó, mély sárga oldatot kell kapnia.

② A származék előállítása

Az 50 ml-es Erlenmeyer-lombikba mérőhengerrel mérjen be 0,5 ml (kb. 7 mmol) ismeretlen vegyületet (egy kémcsőben az asztalon található), oldja fel 20 ml alkoholban, majd adja hozzá a fentiek szerint elkészített DNPH-reagens teljes mennyiségét.

A reagens hozzáadása után a reakcióelegyet 10 percig hagyja szobahőmérsékleten állni! A hidrazonszármazék eközben az oldatból kiválik. Végül állítsa a lombikot további 5 percre jeges vízbe!

A kristályosodás alatt a 25 ml-es Erlenmeyer-lombikot – amiben a DNPH-reagens készített – mossa el vízzel, öblítse át kétszer alkohollal és jeges vízbe állítva hűtsön le benne 15 ml alkoholt!

A megadott idő letelte után a csapadékot üvegszűrőn szűrje ki, majd a kristályokat a szűrőn a következő módon mossa meg: A vákuum megszüntetése után az anyagot a lehűtött alkohol felében egy üvegbot segítségével szuszpendálja (keverje) fel, majd újra szíva le! Ismétlje meg a műveletet a hideg alkohol másik felével, de most a leszívás után további 10 percig szíva szon még át rajta levegőt!

A várakozás ideje alatt válaszoljon a „Válaszlap”-on található, a gyakorlatot értel-

mező kérdésekre! (Az álarcot, kesztyűt most már leveheti.)

③ Az olvadáspont meghatározása

A szűrőn lévő kristályokat – ha szükséges, az üvegbot segítségével törje össze – töltsé op.-csőbe (egy kb. 0,5-1 mm átmérőjű, egyik végén leforrasztott üvegcső), erősítse a 4. ábra szerint a hőmérőre, majd a hőmérő op.-cső együttessel a rezsón melegített olajfürdőt kavargatva mérje meg az előállított származék olvadáspontját! Olvadáspontnak egy interval-

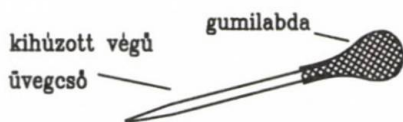
lumot adjon meg, amelynek alsó értéke jelzi az anyag olvadásának kezdetét, a felső értéke pedig azt a hőfokot, amikor már teljesen megolvadt.

④ Azonosítás

Az alábbi táblázatban jónéhány oxovegyület fenti eljárással előállított DNPH származékának olvadáspontja található. A mért olvadáspont alapján azonosítsa az ismeretlen vegyületet!

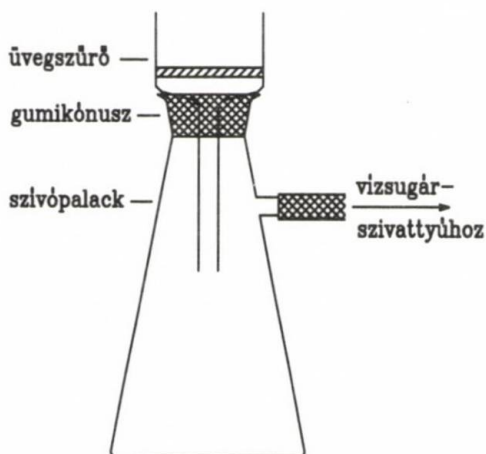
oxovegyületek (aldehidek)	DNPH-származék op.-ja (°C)	oxovegyületek (ketonok)	DNPH-származék op.-ja (°C)
acetaldehid	162-165	acetyl-aceton	203-205
akrolein	160-162	aceton	119-121
benzaldehyd	227-229	acetofenon	243-245
n-butiraldehyd	115-117	benzofenon	230-233
citrál	107-109	ciklopentanon	141-144
n-decylaldehyd	98-101	ciklohexanon	155-158
dietil-acetaldehyd	122-125	di-izobutil-keton	87-90
formaldehyd	168-171	dietil-keton	150-152
kapronaldehyd	97-100	di-n-propil-keton	70-73
klorál	125-128	di-izopropil-keton	83-85
krotonaldehyd	183-185	D,L-kámfor	157-160
n-nonaldehyd	93-98	metil-etil-keton	107-110
propionaldehyd	147-150	metil-n-hexil-keton	50-53
szalicilaldehyd	243-246	metil-izopropil-keton	113-116
vanillin	223-225	metil-n-propil-keton	137-140

Kivitelezés



1. ábra

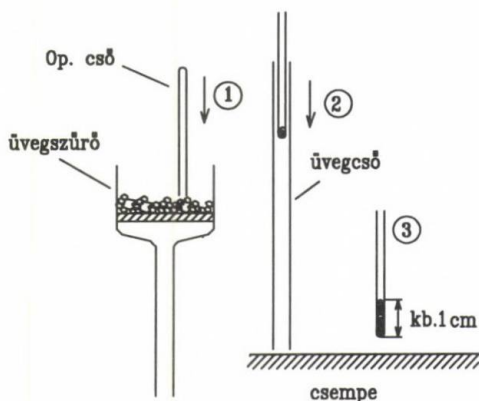
A Pasteur-pipetta lényegében egy cseppentő eszköz, ennek megfelelően használja!



2. ábra: A szűrés.

Az ábrán látható berendezés vízsugárszivattyúhoz csatlakoztatható, melynek segítségével a szűrőn lévő kristályokról az oldószert az alábbi módon szívhatja le.

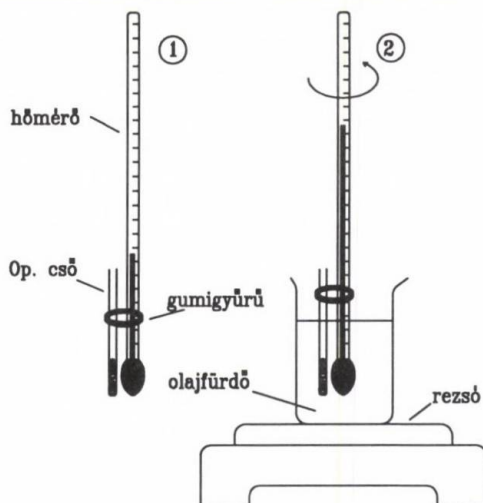
1. A vízsugárszivattyút teljesen nyissa ki!
2. A leszűrni kívánt elegyet öntse a szűrőre!
3. Csatlakoztassa a gumicső segítségével a vízsugárszivattyút a szívópalack csónkjához! Ekkor az oldószer a palackba szívódik.
4. Ha ez megtörtént húzza le a gumicsövet a csónkról! (Ha tovább szívja a rendszert, a szűrőn lévő anyagon levegő áramlik keresztül.)
5. A vízsugárszivattyút zárja el!



3. ábra

az op.-csövet, az ábrának megfelelően, a következő módon töltsé meg:

1. Az op.-cső nyitott végét nyomja a szűrőn lévő csapadékba úgy, hogy abba kristályok préselődjenek!
2. Fordítsa meg az op.-csövet és az üvegcsőn (ejtőcső) keresztül ejtegesse a csempére annyiszor, hogy a kristályok az op.-cső aljára kerüljenek!
3. Az előző műveleteket ismételje addig, amíg az op.-cső alján egy kb. 1 cm-es réteg össze nem gyűlik!



4. ábra

Az olvadáspont mérése:

1. A megtöltött op.-csövet gumigyűrű segítségével erősítse az ábrán látható módon a hőmérőhöz úgy, hogy a mérni kívánt anyag a higanyszálkal azonos magasságba kerüljön!
2. Az olajfürdőt helyezze a rezsóra, kezdje el melegíteni úgy, hogy közben a hőmérővel kombinált op.-csővel az olajat kevergesse! Vigyázzon arra, hogy a gumigyűrű ne érjen bele az olajba, mert elpattanhat! Feltétlenül figyelje a cső alján lévő csapadékot illetve a higanyszálakat!

A hőmérőről olvassa le azt a hőmérsékletet, ahol az anyag olvadni kezd és azt az értéket, ahol éppen teljesen megolvadt!

Az olvadáspontot a két érték által határolt intervallumként adja meg!

VÁLASZLAP

I. A gyakorlat értelmezésével kapcsolatos kérdések: (Röviden válaszoljon!)

1. Milyen típusú vegyület a DNPH (sav, bázis, amfoter, semleges)? bázis 1p

2. Miért oldódik viszonylag jól kénsavas vízben, míg tiszta vízben gyakorlatilag oldhatatlan? (Ez a kísérletből nem derül ki.) A semleges

bázis molekula a kénsavval való reakció után, mint só jobban oldódik vízben. _____ 1 p

3. Az oxovegyületről hogyan tudná eldönteni, hogy aldehid vagy keton? Írjon legalább három módszert! 1. Az-tükör próba _____

2. Fehling-reakció _____ 3. Br₂-os víz próba _____ 3p

4. A víz hozzáadásakor miért melegszik a DNPH/kénsav oldat? A kénsav hígulás közben, a hidratáció miatt melegszik. _____ 1p

5. A termék miért válik ki az oldatból? Az adott oldószerben rosszabb az oldhatósága, mint a kiindulási anyagoké. _____ 1p

6. Miért kell az oldatot szűrés előtt lehűteni? Hűtve rosszabb az anyagok oldhatósága, így több termék válik ki. _____ 1p

7. Miért szükséges a szűrőn az anyagot megmosni? Az oldatban maradó egyéb anyagokat (pl. a kénsav) a kristályok felületéről el kell távolítani, mert különben, mint szennyezés, op.-csökkenést okoznak. _____ 1p

8. Miért hideg alkohollal kell a kristályokat megmosni? Meleg alkohol a terméket visszaoldhatná. _____ 1p

9. Milyen szerves anyagokat tartalmaz a szűrlet? Ismeretlen kiind. anyag (ez volt moláris feleslegben), etanol, a termék egy része (a szűrlet sárga). _____ 3p

10. Milyen szerves anyagokat tartalmaz a szűrlet? Víz, kénsav. _____ 2p

11. Miért kell op.-mérés előtt az anyagon levegőt átszívni? Az anyagot meg kell szárítani, mert az oldószer is, mint szennyezés op.-csökkenést okozna. _____ 1p

12. Miért kell op.-méréskor az anyagot a Hg-zsákkal egy magasságba helyezni? A hőmérő jó közelítéssel a higanyzsák hőmérsékletét mu-

taja. Minél közelebb van ehhez az anyag, annál pontosabb a mérés. _____ 1p

II. Az ismeretlen vegyületre vonatkozó adatok:

Az ismeretlen vegyület DNPH származékának op.-ja: 104 – (106, 107, 108, 109, 110)°C. _____ 6p*

A táblázat alapján lehetséges vegyület(ek): citrál vagy metil-etil-keton. _____ 5p**

Az ismeretlen vegyület: metil-etil-keton. _____ 2p***

Összesen: 30p

Megjegyzések (és a pontozás részletezése):

Pontosan elvégzett kísérlet esetén a kapott oldás pont a 104–110 °C intervallumba esik, sem alacsonyabb, sem magasabb érték nem lehetséges. (6p)*

A kapott op. a következő vegyületek DNPH-származék op.-jának felel meg (ill. közelébe esik): citrál, metil-etil-keton.

A két vegyület között azon az alapon lehet különbséget tenni, hogy az egyik keton, a másik aldehid (és telítetlen*). A rendelkezésre álló vegyszerek között található volt reagens brómos víz, amelynek elszíntelenedése ill. színének megmaradása az ismeretlen vegyület hatására jelzi, hogy aldehidről vagy ketonról van-e szó (citrál esetén az olefin kötés miatt is el kell a brómos víznek színtelenednie).(5p)**

Ebben az esetben az ismeretlen vegyület nem színtelenítette el a brómos vizet, tehát az ismeretlen vegyület a metil-etil-keton volt. (2p)***

* Az op. értékére adható 6 pontból a megadottól való minden 1°C eltérés 1 pont levonást eredményez. Ha az eltérés olyan mértékű, hogy a táblázat alapján más vegyületek adódnak megoldásul – és egyébként a kísérletet a versenyző a továbbiakban helyesen végezte – a további részekre maximális pont adható.

** A lehetséges vegyületek megállapításáért és a brómos vizes kísérlet szükségességének felismeréséért, majd elvégzéséért adható az 5 pont.

*** A brómos vizes kísérlet helyes megfigyeléséért, s ez alapján az ismeretlen helyes megnevezéséért adható a 2 pont.

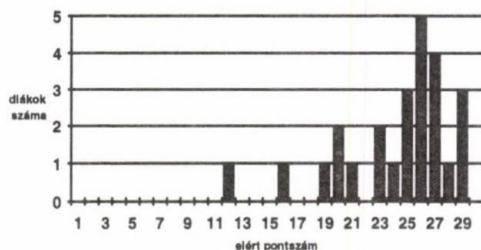
A versenyzőknek ezt nem szükséges felismerniük.

Értékelés

A versenyzők túlnyomó többsége a feladatot ügyesen megoldotta. A megadott 2 óra munkaidő alatt a gyakorlatot mindenki kényelmesen befejezte, sokaknak még parallel op.-mérésre is maradt ideje. Ennek ellenére az ismeretlent a 25 versenyzőnek csak kevesebb mint fele (12 diák) találta meg. A tévedések legtipikusabb oka érdekes módon nem a helytelen op.-mérés volt, hanem a brómos vizes kísérlet helytelen elvégzése és megfigyelése. Legtöbbször a tiszta ismeretlent keverték össze brómos vízzel, s kaptak egy kétfázisú opálos, rosszul megfigyelhető keveréket, aminél persze a bróm színe halványult (az opálosodás és a hígulás miatt). Itt is – mint általában az analitikai kémcsőreakciók esetén – az ismeretlen oldatát (mivel vízben nem oldódik, alkoholos oldatát) kellett volna brómos vízzel reagáltatni, s ily módon a homogén rendszert megfigyelni.

Mindazonáltal ez túl sok pontlevonással nem járt, mivel az aldehid–keton választás a gyakorlatnak csak kis részét képezte. Ennek megfelelően a következő ponteloszlás született:

tett:



A gyakorlat értelmezését célzó kérdéseket is általában jól sikerült a versenyzőknek megválaszolniuk. Csak a 9. okozott többeknek nehézséget. Nem vették egyrészt figyelembe azt, hogy a DNPH-hoz képest a keton molárisan nagy feleslegben van (ez a recept szövegében számszerűen szerepel), tehát a reakció végén az fog maradni, s nem a reagens. Másrészt a terméknek nyilván nem a teljes mennyisége válik ki. Ez a 6. és 8. kérdésekre adott – általában helyes – válaszokból következett volna, de a szűrlet sárga színe is árulkodó volt, nem beszélve arról, hogy a végső szárítás közben a szívópalackban lévő anyalúg is betöményedett, s jól láthatóan további termék vált ki.

Némi nehézséget jelentett a versenyzőknek a feladat első két része során a védőmaszk és a gumikesztyű folyamatos viselése. A kémiai diákolimpiákon már évek óta gyakorlat, hogy ennél lényegesen veszélytelenebb feladatok esetén is a védőeszközöket végig viselni kell. Jelen feladat esetében a cc. kénsavval történő munka ezt különösen indokoltá tette.

Dr. Adamkovich István

In memoriam Kárpáti László (1933-1995)

Bizonyára sokan ismerték Kárpáti László Apáczai-díjas hódmezővásárhelyi kémia tanárt, megyei szakfelügyelőt, vezető szaktanácsadót, a kémia tanári konferenciák egyik legszívesebben legeredetibb személyiségét. Nyugdíjba vonulását követően a sors fukar kezekkel mérte az időt, csupán két év adatott neki, pedig tele volt szakmai ambíciókkal, tervekkel. Több ezer címsavas, tanulóknak szánt kémiai lexikonát már nem fogja befejezni, elképzelései megvalósítatlan álmok ma-

radnak. Egy nagyszerű laboratóriumi tankönyv, szabadalmi találmányok, bejegyzések gyógyhatású anyagokról, egy szisztematikusan kiszínezett Szabó – Lakatos-féle periódusos rendszer és néhány megsárguló tablókép őrzi majd emlékét... Vagy mégsem? Stílusa a századfordulót idézte, de gondolataival tanítványait a jövő évezredbe röpitette, kik majd génjeikkel tovább örököltik a kémia szeretetét...

Nemo est tam fortis, cui pareant vincula mortis.

Orsós Piroska – Magyarfalvi Gábor

1994/95. tanévi kémiai OKTV III. (gyakorlati) fordulója (II. kategória)

2. feladat

Egybázisú gyenge sav moláris tömegének és disszociációállandójának meghatározása

A rendelkezésre álló anyagok:

1. a gyenge sav 0,1 mg pontossággal bemért mennyisége;
2. 0,1091 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ koncentrációjú HCl-oldat;
3. kb. 0,1 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ koncentrációjú NaOH-oldat;
4. metilnarancs- és fenolftaleinoldat a titráláshoz;
5. brómkrezolzöld indikátorral készült, 0,1 egység pontosságú, összehasonlító pH-skála a 4-5 közötti pH-tartományban és brómkrezolzöld indikátor.

Eljárás:

A) Határozza meg a kiadott NaOH-oldat pontos koncentrációját!

B) Készítsen az ismeretlenből 100,0 cm³ törzsoldatot, majd alkalmas indikátor mellett titrálja meg a NaOH-oldattal! (Végezzen párhuzamos méréseket!)

C) A törzsoldat 5,00 cm³-éből és a NaOH-oldatból készítsen kémcsőben olyan oldatot, melynek pH-ja kb. 4-5 közé esik! 1 csepp brómkrezolzöld indikátort használjon, majd a kapott oldat színét az összehasonlító oldatsorozattal összevetve állapítsa meg az oldat pH-ját 0,1 pH-egység pontossággal!

A rendelkezésre álló adatokból számítsa ki a gyenge sav moláris tömegét, disszociációállandóját és a törzsoldatban a disszociációfok közelítő értékét!

Válaszoljon az alábbi kérdésekre:

A) A NaOH pontos koncentrációjának meghatározásánál a

bemért savoldat térfogata	a fogyott NaOH- oldat térfogata
1.	1.
2.	2.
3.	3.

A számításokhoz használt átlagfogyás:

Milyen indikátort használt és miért?

A NaOH-oldat pontos koncentrációja:

B) Hány cm³-t titrált a gyenge sav törzsoldatból?

Hány párhuzamos titrálást végzett?

Hány cm³ kb. 0,1 M NaOH fogyott a fenti titrálásokra?

A számításokhoz használt átlagfogyás:

Milyen indikátort használt és miért?

A gyenge sav törzsoldatának pontos koncentrációja:

C) Hogyan készített a törzsoldatból 4-5 pH-jú oldatot?

A becsült pH értéke:

A fenti mérésekből számítva a gyenge sav

a) moláris tömege:

b) disszociációállandója:

c) disszociációfoka a törzsoldatban:

Megoldás

A) A NaOH-oldat pontos koncentrációjának meghatározásához bármelyik indikátort használhatjuk, de mivel a gyenge sav titrálásához fenoltalein szükséges, célszerű itt is azt használni.

Ha 20,00 cm³ 0,1091 M HCl-oldatra átlagban 20,20 cm³ kb. 0,1 M NaOH fogy, akkor a NaOH-oldat pontos koncentrációja:

$$\frac{20,00 \times 0,1091}{20,20} = 0,1080 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

B) A kiadott ismeretlen gyenge sav (aszorbinsav) tömege 1,8500-2,0500 g között változott. Számításainkhoz induljunk ki 2,0162 g anyagból. A 100,0 cm³ törzsoldat elkészítése után próbatitrálást végzünk 10,00 cm³-rel: erre a fogyás 10,65 cm³ 0,1080 M NaOH-oldat.

25 cm³-es buretta használata esetén tehát célszerű a továbbiakban 20,00 cm³-es beméréseket titrálni, mert így kisebb a burettahiba. Ha így az átlagfogyás 21,20 cm³ 0,1080 M NaOH, akkor a törzsoldat koncentrációja:

$$\frac{21,20 \times 0,1080}{20,00} = 0,1145 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

A koncentrációkból és a bemérésekből az ismeretlen sav moláris tömege:

$$M = \frac{2,0162}{0,01145} = 176,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

C) A gyenge savból és a NaOH-oldatból az alábbi módokon tudunk 4-5 pH-jú oldatot készíteni:

1. Tudjuk, hogy 20,00 cm³ savoldathoz 21,20 cm³ NaOH-oldatot adva (vagy 10,00 cm³-hez 10,65 cm³-t) a pH > 7, mert gyenge sav erős bázissal képezett sója lúgosan hidrolizál. Tehát 5,00 cm³ savoldathoz 21,20 / 4 vagy 10,65 / 2 cm³ NaOH-oldatot adva az elegy már lúgos kémhatású.

Kipróbálható tehát az 5,00 cm³ sav + 3,00–4,00 cm³ NaOH-oldat elegye. Így pufferoldat keletkezik, amelyben a sav és só anyagmennyiségét a térfogatok ismeretében egyszerűen számolhatjuk (a koncentrációk is-

merete nem szükséges, mert a hányadosképzésnél a térfogat amúgy is kiesik).

5,00 cm³ 0,1145 M savoldatban van
0,5725 mmol sav,
3,00 cm³ 0,1080 M NaOH-oldatban van
0,3240 mmol NaOH,
4,00 cm³ 0,1080 M NaOH-oldatban van
0,4320 mmol NaOH.

Az 5,00 cm³ sav + 3,00 cm³ NaOH elegyében tehát a só/sav anyagmennyiségek hányadosa:

$$\frac{0,3240}{0,5725 - 0,3240} = 1,30 \text{ és a leolvasott } \text{pH} = 4,3.$$

$$K_s = 1,30 \cdot 10^{-4,3} = 1,30 \cdot 5,0 \cdot 10^{-5} = 6,5 \cdot 10^{-5}$$

Az 5,00 cm³ sav + 4,00 cm³ NaOH elegyében pedig a só/sav anyagmennyiségek hányadosa:

$$\frac{0,4320}{0,5725 - 0,4320} = 3,07 \text{ és a leolvasott } \text{pH} = 4,7.$$

$$K'_s = 3,07 \cdot 10^{-4,7} = 3,07 \cdot 2,0 \cdot 10^{-5} = 6,1 \cdot 10^{-5}$$

2. Tudjuk, hogy 5,00 cm³ savoldatra 5,30 cm³ NaOH-oldat fogy. Ha tehát csak 5,30 / 2 cm³ NaOH-oldatot adunk az 5,00 cm³ savoldathoz, akkor olyan pufferrendszerhez jutunk, amelyben a só/sav arány 1 : 1. Az ilyen összetételű pufferekre igaz, hogy pH = pK.

Az összehasonlító pH-skálán leolvasott pH értéke ebben az esetben 4,2, tehát a $K''_s = 6,3 \cdot 10^{-5}$.

A disszociációfok közelítő értékét a $K_s = \frac{\alpha^2 c}{1 - \alpha}$ összefüggésből számíthatjuk ki úgy, hogy a nevezőből elhanyagoljuk a kivenőandót.

$$\text{Így } \alpha = \sqrt{\frac{K_s}{c}} \quad (c = 0,1145 \text{ mol / dm}^3).$$

A következő adatokat kapjuk α értékére:

Ha $K_s = 6,5 \cdot 10^{-5}$, akkor $\alpha = 2,4 \%$.

Ha $K'_s = 6,1 \cdot 10^{-5}$, akkor $\alpha' = 2,3 \%$.

Ha $K''_s = 6,3 \cdot 10^{-5}$, akkor $\alpha'' = 2,35 \%$.

Értékelés

A feladatot a 25 versenyző többsége, 14 fő lényegileg helyesen oldotta meg. A többi 11 diák is jól boldogult az A és B feladattal, ők többnyire nem ismerték fel, hogy a C feladatban pufferoldatot állítottak elő. Ez az általánosan jó eredmény nem jelenti azt, hogy nem lehetett volna különbséget tenni, mert bizony akadtak pontatlan mérések, számolási hibák, téves magyarázatok. 2 versenyző érte el a maximális 20 pontot.

Ebből a 20 pontból tízet jelentett a mérések pontossága, 5 pontot a helyes számítás, további 5 pontot hozhattak a kérdésekre adott válaszok és a mérések helyes kivitelezése.



1. ábra

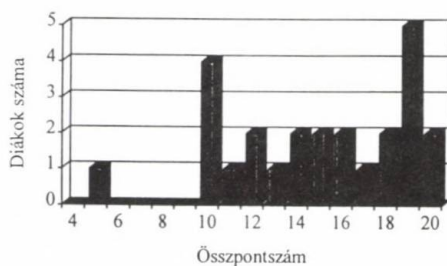
A pontosságra kapott 10 pontot a három részfeladat eredményei alapján osztottuk el. Ha valaki nem vagy tévesen számolt, adatait felhasználva kiszámítottuk a jó eredményt. Viszonyítási alapnak a diákok eredményeinek átlagát tekintettük, ami jól egyezett saját, korábbi méréseinkkel. A két titrálásnál 1 % relatív hiba eredményezte 1 pont levonását. A C feladatnál pK értékére 5 %-os tartományon belül adtunk maximális pontot. (Ez a pH-

skálán durván két fokozat eltérés.) Pontosan dolgoztak a versenyzők, az átlagos pontszám 8,1 lett. Csak néhányuknál adódott komoly hiba. Természetesen az egymásra épülő részfeladatoknál nem büntettük többször ugyanazt a félresikerült részmerést. Az 1. ábra mutatja az elért mérési pontokat.

A számolási hibákra 1-1 pontot vontunk le. Az A és B feladatokhoz kapcsolódó számolásokra jól felkészültek a diákok, ott csak 4 hiba fordult elő. Azok a versenyzők veszítettek sok pontot akik nem tudtak a pufferszámítással megbirkózni. Bár néha igen zavaró volt, nem vontunk le pontot kisebb kerekítési hibákért és a felesleges értékes jegyekért, bár ezen a szinten elvárható lenne a helyes használat.

Minden versenyző jól választott indikátort, de csak a helyes indoklásért járt 1-1 pont. (14 esetben ez hiányzott.) A mérés pontozásánál 1 pontot levontunk, ha 5 cm³-es beméréseket titrált a versenyző, hiszen a 25 cm³-es buretta esetén ez feleslegesen csökkentette a pontosságot. További 1 pontot kapott az, aki a 4-5 közötti pH-jú oldat előállítását helyesen végezte és azt egyértelműen le is jegyezte.

A pontok végső megoszlását mutatja a II. ábra.



2. ábra

Kémia fejtörő



Összeállította: Kószó Katalin és Péntek Lászlóné

Az alábbiakban összegezzük az elmúlt tanév Kémiai fejtörőjével kapcsolatos gondolatainkat. A verseny döntőjére 1995. június 3-án szombaton került sor, melynek a JATE Fizikai Kémiai Tanszéke adott otthont. A gyakorlati verseny a kémiai szakmódszertani laboratóriumban folyt.

A verseny tapasztalatai

Az ország minden részéből mintegy 95 tanuló nevezett be. Dicséretes, hogy a 3. fordulóig a versenyzők 80 %-a kitartott.

Nagyon sok színvonalas munkát, komoly tudást tükröző megoldást kaptunk.

Apróbb kellemetlenségeink adódtak abból, hogy névtelenül, vagy a feladatokat nem külön lapon részletező, illetve jóval a beküldési határidő után érkező megoldásokat is kaptunk.

Nagy gondot jelentett, hogy egyes iskolákból tartalmi és formai szempontból is teljesen azonos megoldásokat kaptunk. (Ezeket a jövőben nem tudjuk értékelni.)

Technikai okok miatt nem tudtunk lapon keresztül a verseny állásáról az egyes fordulók után beszámolni, pedig tudtuk, hogy erre lett volna igény.¹

A döntőbe 17 tanulót hívtunk meg, ebből 14-en tudtak eljönni.

Versenyző	Összesen
1. Zsid Zsanett	134
2. Boros István	127,5
3. Lantos Anikó	126
3. Szegi Krisztián	126
3. Czakó Gábor	126

6. Gál Andrea	120,5
7. Fehér Éva	118,5
8. Cserepes Mária	118
8. Ferencz Nikolett	118
10. Kucsera Gábor	117,5
10. Adamcsik János	117,5
12. Mersich András	117
13. Plánka Zsuzsa	114,5
14. Valastyán Nóra	114
15. Juhász Gábor	113,5
16. Arany Ildikó	112,5
16. Fülöp Réka	112,5
18. Fülöp Melinda	111
19. Kocsis Judit	109
20. Pénz Dolóresz	108
21. Kálmán András	107,5
22. Kovács Katalin	106
23. Farkas Csaba	104,5
23. Konrád Szilárd	104,5
25. Kovács Szilvia	104
26. Balla László	103,5
27. Szabó Róbert	102
28. Szőnyegi József	101,5
29. Kovásznai Linda	101
30. Csák Máté	99,5
30. Buzás Péter	99,5
32. Kántor János	98,5
33. Molnár Andrea	97,5
33. Juhász László	97,5
35. Borsi Krisztina	96,5
36. Mándi Attila	96
37. Éder Éva	95,5
38. Donkó Klaudia	95
39. Polyánka Dénes	93
40. Surányi Tibor	92,5
41. Krancz Balázs	92
42. Barát Péter	91
43. Micskó Péter	88,5

¹A versenyben részt vevő tanulók nevét és összpontszámát most közöljük.

43. Pintér Melinda	88,5
45. Héjja Ildikó	88
46. Csajtai Kristóf	87,5
47. Vágó Tamás	87
48. Kun Orsolya	85
49. Kovács Tibor	81
49. Tóth Krisztina	81
51. Kecskés Tamás	78,5
52. Puskás Orsolya	77,5
53. Kádár Krisztián	76,5
54. Albecker Nikolett	76
55. Hegedüs Andrea	75
55. Molnár Ágnes	75
57. Bódi Zsolt	72
58. Buknicz Tímea	70,5
59. Kürtök Csilla	69,5
60. Al Hamid Amira	66
61. Miklós Erika	65,5
61. Györki Csaba	65,5
63. Lakatos Miklós	65
65. Orgoványi Balázs	63,5
65. Tolnai Borbála	63,5
67. Paczári Róbert	63
67. Kovács Beáta	63
69. Hegedüs Erzsébet	62,5
70. Tamás Lehel	62
71. Kiss János	60,5
72. Mandola Amarilla	60
73. Molnár Ádám	59
74. Simon Beatrix	56,5
74. Bacsó Erika	56,5
76. Király István	55,5
76. Derdák Krisztina	55,5
78. Pártos Oszkár	51,5
80. Sáhý Péter	51
81. Mucsi Gabriella	50,5
82. Nagy Réka	42
83. Madarassy Dániel	41
84. János Gábor	38
85. Somodari Tamás	37,5
86. Tóth Erika	37
87. Somodari Gergely	35,5
88. Simon István	35
89. Péter Szabolcs	32
90. Áldott Csaba	31,5
91. Lukács Szilvia	31
91. Horváth Ádám	31
93. Beláz Eszter	30,5
94. Berkecz Karolina	30
95. Bednarik Ádám	26,5

A döntő feladatai és megoldásaik Szeged, 1995. június 3.

Elméleti forduló

1. A következő tudósok neve mellé írd a tevékenységükre utaló állítás számát!

Irinyi János	13	Avogadro	8
Müller Ferenc	14	Pasteur	4
Hevesy György	15	Paracelsus	12
Lavoisier	10	Liebig	3
Berzelius	9	Rutherford	6
Dalton	11	Wöhler	5
Böttger	1	Oersted	2
Heisenberg	7		

1. A porcelán első európai előállítója.
2. 1825-ben először sikerült alumíniumot előállítani.
3. Annak a törvénynek a megállapítója, mely szerint a növények a talaj tápelemeit mindig a jelen levő legkisebb mennyiségű elem arányában képesek felhasználni.
4. A róla elnevezett tartósítási eljárás felfedezője.
5. A „vis vitalis” elmélet megdöntője.
6. Az atommag felépítésének meghatározója.
7. Nobel-díjas fizikus, a kvantumelmélet egyik megalkotója.
8. Róla nevezték el az egy mól anyagban található kémiai részecskék számát megadó állandót.
9. A vegyjelek bevezetője.
10. A flogiszonelmélet megdöntője.
11. A többszörös súlyviszonyok törvényének felfedezője.
12. Alkimista, az orvosi vegytan egyik megalkotója.
13. A magyar kémiai nevezéktan egyik megalkotója.
14. 1782-ben felfedezte a tellurt.
15. 1922-ben közreműködött a hafnium felfedezésében.

2. Az alábbiakban igaz vagy hamis állításokat olvashatsz. Karikázd be az igaz állítások betűjelét! A hamis állítások esetén röviden írd le, hogy miért nem igazak!

- (A) A háztartási hulladékok térfogatának csaknem a fele, a tömegének negyed része csomagolóanyag.
- B A műanyagok megsemmisítésének leg-egyszerűbb módja asz elégetés.
- (C) A régi papír, az üveg, az üres üdítőitalos doboz nem szemét, hanem nyersanyag.
- D A gyorsítékettető üzlethálózatok környezetbarát megoldásokat alkalmaznak.
- (E) Szinte mindegyik szárazelemben van higany (azért teszik bele, hogy az akadályozza az állás közbeni lemerülést), ezért veszélyes hulladék.
- F A freonok telítetlen szénvegyületek.
- G A freonok szobahőmérsékleten folyadékok, ezért hűtőfolyadékként használhatók.
- (H) A freonok kis szénatomszámú szénhidrogének klórozott-fluorozott származékai.
- (I) A freontartalmú szórópalackok helyett inkább pumpás vagy golyós termékeket használjunk.
- (J) A földi élet a vízben alakult ki, így további léte, fennmaradása is a vízhez kötődik.
- K A Magyarországon mért legsavasabb eső pH-ja 6.
- (L) Savas körülmények között a vizekben és a talajban megnő a fémek vegyületeinek oldhatósága, ezért megváltozik a talaj tápanyagkészlete.
- (M) A rovarirtószer-maradványok és a műtrágyák nitráttal szennyezik a vizeket, de a nitrátosodáshoz hozzájárul a szivárgó szennyvíz is.
- N Az üvegházhatás kialakulásában jelentős szerepe van az autók kipufogógázaiiban is megjelenő szén-monoxidnak.
- (O) A kéntartalmú anyagok égésekor keletkező kén-dioxid szmog keletkezését eredményezheti.
- B Sok műanyag elégetésekor veszélyes, mérgező gázok keletkeznek.**
- D A gyorsítékettető üzlethálózatok egyszer használatos tasakjai, poharai, evőeszközei nagy térfogatú, fő-**

ként le nem bomló hulladékkal terhelik a környezetet.

F A freonok telített szénvegyületek.

G A freonok szobahőmérsékleten gázok.

K A savas eső pH-ja kisebb, mint 6. (A nem szennyezett esővízben oldódik a levegőben levő szén-dioxid, ennek az oldatnak a pH-ja 5,5. A savas eső pH-ja ettől biztosan kisebb.)

N Az üvegházhatás kialakulásában a szén-dioxidnak van jelentős szerepe.

3. A tengeri szivacs szöveteiben a jódtartalom elérheti a 8,5 tömeg%-ot. Számítsuk ki, hogy mennyi tengervízet dolgozott fel a szervezetében az 50 g tömegű szivacs, ha a tengervíz jodidiontartalma $4 \cdot 10^{-7}$ mol/dm³ és a szivacs az oldott jódvegyület 15 %-át tudja hasznosítani!

(A jód relatív atomtömege 127.)

$m_1 = 50 \text{ g}$ (a szivacs tömege)

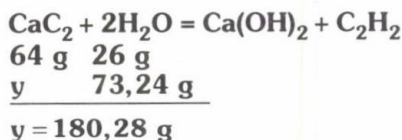
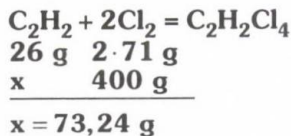
$m_2 = 0,085 \cdot 50 \text{ g} = 4,25 \text{ g}$ (a szivacs jódtartalma)

$m_3 = (100/15) \cdot 4,25 \text{ g} = 28,5 \text{ g}$ (a szivacs által feldolgozott jód tömege)

$n = 28,5/127 \text{ mol} = 0,224 \text{ mol}$ (a jód anyagmennyisége)

$V = 0,224 \text{ mol} / 4 \cdot 10^{-7} \text{ (mol/dm}^3\text{)} = 5,6 \cdot 10^5 \text{ dm}^3 = \underline{\underline{560 \text{ m}^3}}$.

4. Hány g 80 %-os tisztaságú kalcium-karbidból indultunk ki, ha a keletkezett acetilén összesen 400 g klórral reagál maradék nélkül?



A 80 %-os tisztaságú kalcium-karbidból:

$z = 180,28 \text{ g} / 0,8 = \underline{\underline{225,35 \text{ g}}}$.

Gyakorlati forduló

5. Állapítsd meg a tálcán levő anyagok és eszközök segítségével, hogy a számozott főzőpoharakban melyik anyagok vannak a következők közül:

szóda, mézskő, glaubersó, répacukor, keményítő!

Írd le a vizsgált anyagok képletét, a végzett kísérleteket, a tapasztalatokat és a következtetéseitek lépéseit!

Megoldásként Czákó Gábor munkáját közöljük:

- szóda: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (vizes oldata lúgos)
- mézskő: CaCO_3 (vízben nem oldódik és HCl -ből CO_2 -t fejleszt)
- glaubersó: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (vízben oldódik)
- répacukor: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (elszenesedik, vízben jól oldódik)
- keményítő: $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ (elszenesedik, vízben nem oldódik jól).

Minden anyagot hevíték:

1. nincs változás
2. nincs változás
3. nincs változás
4. elszenesedik
5. elszenesedik.

Csak azokat oldom vízben, melyek elszenesedtek:

4. feloldódott
5. „megfehérítette” a vizet, csak kicsit oldódik.

Így a 4. a répacukor, 5. a keményítő.

Sósavat csepegtetek a maradékra:

1. pezsgés $\rightarrow$ gázfejlődés CO_2
2. nincs pezsgés
3. pezsgés.

Vízben oldom őket:

1. nem oldódott
2. oldódott + fenolftalein $\rightarrow$ színtelen
3. oldódott + fenolftalein $\rightarrow$ piros = lúgos oldat.

1. a mézskő
3. szóda
2. glaubersó

6. Az előkészített anyagokkal és eszközökkel dolgozz!

- a) Óvatosan rétegezd a kémcsőbe, azaz öntsd bele a megadott sorrendben az üvegben levő folyadékokat: szén-tetraklorid, víz, benzin!

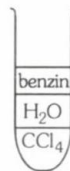
Rajzold le a kísérleted eredményét!

Mi a magyarázata a folyadékok tapasztalt elhelyezkedésének?

- b) Az egymásra rétegezett folyadékokba dobj csipetnyi réz-szulfátot, majd néhány másodperc múlva egy-két jódkristályt! Rajzold le a kísérleted eredményét! Mely anyagok mely oldószerben oldódtak? Miért?

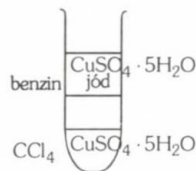
- c) Zárd le a kémcsövet egy dugóval, rázd össze a tartalmát, majd várj egy kis ideig! Rajzold le a kísérleted eredményét! Mi a változás magyarázata?

- a) Nem oldódnak egymásban. (A benzin apoláris, a víz dipólus molekula.) Sűrűségük különböző.
 $\rho_{\text{CCl}_4} > \rho_{\text{H}_2\text{O}} > \rho_{\text{benzin}}$

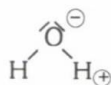
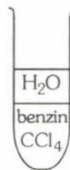


- b) A jód jól oldódik benzinben és azt lilára festi.

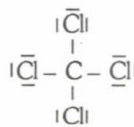
A $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ oldódik vízben, mivel ionkristályos. A jód nem oldódik a vízben, mivel apoláris.



- c) A rázást követően a két apoláris molekulájú folyadék (CCl_4 és benzin) oldódik egymásban. A víz marad felül.



dipólus



apoláris

A döntő eredménye

1. Czakó Gábor,
Szentés, Koszta
József Ált. Isk.,
felkészítő tanár:
Balogh Terézia



2. Szegi Krisztián,
Szentés, Koszta
József Ált. Isk.,
felkészítő tanár:
Balogh Terézia



3. Mersich András,
Kőszeg, Kossuth
Zsuzsanna Ált.
Isk., felkészítő tanár:
Kiss Csaba.



A döntő minden résztvevője és felkészítő tanárai értékes ajándékokat kaptak szponzoraink jóvoltából.

MOL RT. (Szeged-Algyő): sporttáskák, törölközők, pólók;

Sigma-Aldrich Kft. (Budapest): pólók, bögrék, katalógusok, számológép, periódusos rendszer;

Medikémia I. sz. (Szeged): pólók;

Mozaik Oktatási Stúdió (Szeged): könyvek, pólók.

Az első 3 helyezett versenyző mintegy 3-4000 Ft értékű díjat kapott.

Gratulálunk a verseny minden résztvevőjének és köszönjük a felkészítő tanárok munkáját.

Versenylehívás a 11-14 éves korú tanulók részére az 1995/96-os tanévre

Folyóiratunk hasábjain a 95/96-os tanévben is

ORSZÁGOS Feladatmegoldó Versenyt hirdetünk „Kémia fejtörő” címmel, 1981. aug. 31 után született (8. oszt.) tanulók részére.

Az előző évek gyakorlatához képest annyiban változik a verseny felépítése, hogy megyei fordulokat is beiktatunk, amelyek 1996 áprilisában kerülnek megrendezésre.

Így az országos döntőbe (1996. június első szombatja)

- meghívjuk a levelezős fordulók első 12 helyezettjét és a
- megyei versenyek 1. és 2. helyezettjét (ez független a levelezős versenytől)

A LEVELEZŐS FORDULÓK feladatait 3 egymás utáni lapszámban jelentetjük meg, amelyek megoldásait a megjelenést követő hónap utolsó napjáig (postabélyegző dátuma) kell beküldeni, tehát a – szeptemberi forduló feladatmegoldásait **1995. október 31-ig**; novemberi forduló feladatmegoldásait **1995.**

december 31-ig; januári forduló feladatmegoldásait **1996. február 28-ig**.

A levelező verseny nevezési díja **700 Ft/fő**, melyet postautalványon kérjük feladni **1995. október 31-ig**. Egy csekken több tanuló nevezési díja is befizethető, ez esetben nyomtatott betűkkel a tanulók nevét a csekk hátoldalán fel kell tüntetni.

Kérjük, hogy az első forduló feladatainak megoldásával egyidejűleg a folyóirat utolsó oldalán lévő nevezési lapot (vagy annak fénymásolatát) lepecsételve, a befizetési csekk másolatával együtt küldjék el a következő címre:

MOZAIK Oktatási Stúdió
„Kémia fejtörő”
6701 Szeged, Pf.: 301.

Formai követelmények: minden feladatot külön lapon kérünk beküldeni. Felhívánk a figyelmet arra, hogy a beküldött feladatmegoldások **minden lapján!** szerepeljen a versenyző neve, az iskola pontos neve és címe, mert anélkül nem tudjuk a pontszámokat összesíteni.

Az előző verseny tapasztalatai alapján megpróbáljuk megteremteni a lehetőséget minden forduló után a visszajelzésre. Telefonon is érdeklődhetnek a beküldési határidőt követő 1 hónap elteltével a 62-451-115-ös telefonszámon.

A **megyei fordulók** szervezéséhez várjuk a kollégák jelentkezését. A lebonyolításhoz ajánlott feladatokat tudunk küldeni, de abban a megyében, ahol már kialakult hagyományai vannak a tantárgyi versenyeknek, természetese-

sen elfogadjuk a helyi anyagra épülő megyei verseny első két helyezettjét az **országos döntőre**, melyet 1996. június első szombatján tartjuk Szegeden.

Kérjük a kollégákat, amennyiben szerveznek megyei versenyeket és neveznek 2 versenyzőt az országos döntőre, a szervező nevével és telefonszámával küldjék el jelentkezésüket 1995. október 31-ig a szerkesztőség címére.

Kémia fejtörő 1995/96

1. forduló

Formai követelmények: minden feladatot külön A/4-es méretű lapon névvel és az iskola megnevezésével kérjük beküldeni.

Beküldési határidő: **1995. október 15.**

A megoldások mellé kérjük, hogy a nevezési lapot és a nevezési díj befizetését igazoló csekk másolatát is küldjétek el!

Feladatok

1. A víz a Föld nagy részét borító, az élethez nélkülözhetetlen folyadék.

Nézz utána és egy-egy mondatban írd le, hogy mit fednek az alábbi összetett szavak, ill. állandósult szókapcsolatok!

ásványvíz	termálvíz	kristályvíz
szódavíz	desztillált víz	ioncserélt víz
lágú víz	kemény víz	ivóvíz
esővíz	tengervíz	királyvíz
hűtővíz	gyógyvíz	nitrátos víz
meszes víz	kondenzvíz	választóvíz
nehévíz	vízgáz	vízke
vízgőz	vízpára	vízüveg

12 pont

2. Az embert talán emberré válása óta gondolkodóba ejtette környezetének csodálatos változatossága, változása. Mi lehet e sokszínűség magyarázata?

Mi jellemző a körülöttünk lévő anyagok szerkezetére?

A legrégebbi válasz amelyről tudunk – az ókori görög természetfilozófusoktól származik.

Közülük legismertebb Démokritosz és Arisztotelész.

Ismertesd elméleteiket (maximum fél-fél oldal terjedelemben)!

10 pont

3. Apríts fel 3-4 zöld növényi levelet! Tedd tányérba, majd egy kanállal óvatosan dörzsöld szét! Adj hozzá annyi denaturált szeszt, hogy ellepje! A tányér tartalmát öntsd át egy pohárba, majd tedd a poharat forró vízbe!

Tíz perc múlva szűrd le az oldatot! Az így nyert zöld színű oldat egy ujjnyi mennyiségébe állíts bele egy krétát úgy, hogy a kihegyezett vége legyen alul!

Félóra elteltével vedd ki a krétát és vizsgáld meg!

Tapasztalataid rajzold le! Nézz utána, mi lehet a jelenség magyarázata!

Ismertesd röviden ennek a szétválasztási műveletnek a kémiai lényegét!

10 pont

4. Összetett asszociáció

Ebben a feladatban hatféle nagybetűvel jelölt anyagot tüntettünk fel, valamint különféle állításokat soroltunk fel. Írd az állítás előtti üres négyzetbe annak az anyagnak a betűjelét, amelyre a kijelentés vonatkozik!

- A) NaCl
- B) HCl
- C) H₂O

- D) NH_3
 E) CH_4
 F) CO_2
- ☐ A molekula alakja szabályos tetraéder.
☐ Főleg műtrágya gyártására használják.
☐ Vizes oldata a gyomornedv fontos alkotója.
☐ Hűtőgépek működtetéséhez is felhasználják.
☐ 0,9 tömeg%-os vizes oldata infúzióként is használható.
☐ A salétromsavgyártás alapanyaga.
☐ A leggyakrabban használt hűtőkeverék alkotórésze.
☐ Fagyása jelentékeny térfogatnövekedéssel jár.
☐ A molekulájában három nemkötő elektronpár van.
☐ Légköri nyomáson -79°C -on szublimál.
☐ A sűjtőlég alkotója.
☐ A molekulájában kettős kötések találhatók.
☐ A földgáz legfontosabb összetevője.
- ☐ Vizes oldatát ruhatisztításra használják.
☐ Amfoter anyag.
☐ Kimutatása meszes vízzel történik.
☐ Ipari előállításakor földgázt is felhasználnak.
☐ Teljes elektronátmenettel járó redoxireakcióban keletkezik.
☐ Vizes oldata vízkőoldó.
☐ A klór ipari előállításának alapanyaga.
- 10 pont
5. Hány darab nitrogén- és oxigénmolekula van összesen egy 6,5 m hosszú 3,5 m széles és 3 m magas osztályteremben? (A nitrogéngáz sűrűsége $1,25 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$, az oxigéngázé 1,43 g.)
- 8 pont
6. Hány g timsó kristályosodik ki, ha 200 g 80°C -on telített oldatot 20°C -ra lehűtünk? A timsó oldhatósága 80°C -on 41,5 tömeg%, 20°C -on 5,5 tömeg%.
- 10 pont

KÉMIA FEJTÖRŐ

nevezési lap

TANULÓ

Név: Születési idő:
 Osztály: Iskola típus:
 Lakcím:

ISKOLA

Név:
 Cím (Székhely): Megye:
 Utca / Szám:
 Irányítószám: Telefonszám:
 Tanár (Név):

.....
 tanár

.....
 igazgató
 ph.

.....
 tanuló



Tisztelt Kémiantanárok!

A kémia megértésének, megszerettetésének alapvető feltétele a kísérletezés.
Ebben szeretnénk segítségükre lenni.

A

SIGMA-ALDRICH Kft

a világ legnagyobb finomvegyszergyártó cégeinek (SIGMA, ALDRICH, FLUKA) magyarországi leányvállalata a következő szolgáltatásokat kínálja Önöknek:

- több mint 80 000 kiváló állandó minőségű vegyszer
- ingyenes házhozszállítás egy héten belül
- szakmai tanácsadás
- 5 % árengedmény a fő-, középiskolák és általános iskolák részére

Kérésére (telefon, fax, levél) katalógusainkat ingyenesen postázzuk.



Sigma-Aldrich Kft
Budapest 1067
Teréz krt. 39.
Tel.: (36-1)-269-1288
269-1289
132-1514
Fax: (36-1)-153-3391

 **Fluka**  **Fluka**  **Fluka**  **Fluka**

Könyvajánlat

Berkes Lajos

Kémia 15 éveseknek

A tankönyv elsősorban a négyosztályos gimnáziumok első osztálya számára készült. „Átlagos” tanulócsoportok számára, amelyekben nem matematikai tehetségük, természettudományok iránti fokozott érdeklődésük vagy érettségük alapján kiválogatott tanulók ülnek. Ennek a tankönyvnek a kipróbálói nem kémia tagozatos tanulók, nem is gyakorló iskolai osztályok, hanem kisvárosi gimnazisták voltak.

A tankönyv szerzője szakít a kémiai ismeretek birtokhavételének hagyományos – a tudomány logikájának megfelelő és az egyetemeken alkalmazott – útjával. Másik fő célja a tantárgy kísérletes jellegének visszaadása. Egy tankönyv, természetesen, nem tud kísérleteket bemutatni, végrehajtani. De a tananyag zsúfoltságának enyhítésével, az elsajátítandó ismeretek mennyiségének csökkentésével és jobb megválasztásával megteremtheti hozzá az alkalmat.

Megjelenik: 1995. szeptember

*Radnóti Katalin - Kovács László -
Kopcsa József*

Így oldunk meg atomfizikai feladatokat

„Feladatgyűjteményünkkel azt a hiányt szeretnénk pótolni, amely az atomfizikai feladatok terén mutatko-

zik, bár már hosszú évek óta kötelező tananyagként szerepel a középiskolákban a fizikának ez a fejezete. Igyekeztünk a teljes problémakört lefedni feladatokkal.

Napjaink problémái nem köthetők szorosan egy tantárgyhoz, ez az atomfizika esetében is így van. Ezért feladatainkkal nem egy esetben átléptük a fizika tantárgy kereteit, kémiai, biológiai és néhány esetben földrajzi problémákat is felvetettünk, hogy csak a természettudományokat említsem. Az atomfizika, különösen a magfizikai részre társadalmi vonatkozásait tekintve is komoly jelentőséggel bír. Ezért vettünk bele példatárunkba olyan fejezeteket is, mint kockázat, sugárvédelem, atomenergia.

A feladatok, problémák megoldását minden esetben ismertettjük, helyenként indoklással és elméleti kiegészítéssel is. Igyekeztünk a legújabb tudományos eredményeket is feldolgozni. Ezért került bele a példatárba „Az anyag végső építőkövei” című fejezet, amely a részecskefizika területéről, vizsgálati módszereiről ad rövid áttekintést.

A feladatok válogatásakor, szerkesztésekor, megoldásukkal elsősorban a középiskolai tanulók igényeit tartottuk szem előtt. Azonban valószínűleg hasznos segédeszköz lesz a felsőoktatásban tanulók számára is, különösen a fizika és kémia szakos hallgatóknak.”

(részlet a bevezetőből)

Megjelent

ára: 498,- Ft



A

kémia

TANÍTÁSA

995. NOVEMBER

ára: 90,- Ft

III. évf. 5. szám

TARTALOM

SZERKEZETKUTATÁS SPEKTROSKÓPIÁVAL

Dr. Sohár Pál
egyetemi tanár, ELTE, Budapest

WÖHLER KÍSÉRLETÉNEK BEMUTATÁSA

Dr. Tóth Zoltán
egyetemi docens, KLTE, Debrecen

A MÁSODLAGOS KÖTŐERŐK ÉS A FELÜLETI FESZÜLTSG

Tolnai Miklós
IV. éves biológia-kémia szakos hallgató,
ELTE, Budapest

2500 °C VIRÁGCSERÉPBEN

Kovács Orsolya
III. éves kémia tanárszakos hallgató,
ELTE, Budapest
Székely Mihály

I. éves vegyész hallgató, ELTE, Budapest

ELVÁLASZTÁSI MÓDSZEREK BEMUTATÁSA NÖVÉNYI EREDETŰ ANYAGOK FELHASZNÁ- LÁSÁVAL

Nárai Gábor
tanszéki mérnök, ELTE, Budapest

KÉMIAI FEJTÖRŐ

KÖNYVISMERTETÉS

VERSENYFELHÍVÁS

A természettudományok, s ezen belül a kémia XX. századi hatalmas méretű és szédlítő ütemű fejlődése végérvényesen a tudománytörténet, a múlt idők jelenségkörébe utalta a magányosan alkotó tudós, a polihisztor fogalmát. Valaha, még az 1900-as évek kezdetén is, ... (3. oldal)

Friedrich Wöhler híres kísérletét – a karbamid előállítását szerves anyagokból – valamennyi szerves kémia tankönyv idézi. A karbamidot először vizelethől állították elő 1799-ben [1]. Abban az időben még a „vis vitalis” elmélet uralkodott, és úgy gondolták, hogy karbamidot... (18. oldal)

A fémek előállításának tárgyalásakor a gimnáziumi tankönyv [1] is megemlíti a **termítreakciót**, amelyet főként magas olvadáspontú fémek előállítására használnak. Az alumínium oxigénnel szemben mutatott reakciókészsége olyan nagy, hogy a nehezen redukálható fém-oxidokból... (22. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné

Dr. Soltész György

Kószó Katalin

Péntek Lászlóné

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 312-988,

FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Műszaki szerkesztő:

Vassné Németh Katalin

Tördelő szerk.: Kovács Attila

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 450 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Művelődési és

Közoktatási Minisztérium

támogatásával.

A kémia tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben

Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

SZERKEZETKUTATÁS SPEKTROSKÓPIÁVAL

Dr. Sohár Pál

egyetemi tanár, ELTE, Budapest

WÖHLER KÍSÉRLETÉNEK BEMUTATÁSA

Dr. Tóth Zoltán

egyetemi docens, KLTE, Debrecen

A MÁSODLAGOS KÖTŐERŐK ÉS A FELÜLETI FESZÜLTÉG

Tolnai Miklós

IV. éves biológia-kémia szakos hallgató,

ELTE, Budapest

2500 °C VIRÁGCSERÉPBEN

Kovács Orsolya

III. éves kémia tanárszakos hallgató,

ELTE, Budapest

Székely Mihály

I. éves vegyész hallgató, ELTE, Budapest

ELVÁLASZTÁSI MÓDSZEREK BEMUTATÁSA NÖVÉNYI EREDETŰ ANYAGOK FELHASZNÁ- LÁSÁVAL

Nárai Gábor

tanszéki mérnök, ELTE, Budapest

KÉMIAI FEJTÖRŐ

KÖNYVISMERTETÉS

VERSENYFELHÍVÁS

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon, megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utalunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Sohár Pál¹Szerkezetkutatás spektroszkópiával²

Bevezetés

A természettudományok, s ezen belül a kémia XX. századi hatalmas méretű és szédítő ütemű fejlődése végérvényesen a tudománytörténet, a múlt idők jelenségekörébe utalta a magányosan alkotó tudós, a polihisztor fogalmát. Valaha, még az 1900-as évek kezdetén is, rendszerint egy-egy lángeszű ötlet, új szemlélet, véletlen megfigyelés vagy váratlan kísérleti eredmény adott teljesen új irányt, lendületet a kutatásnak. A jelen sokkal inkább a tudomány különböző területein működő, más-más elméleti és kísérleti módszereket alkalmazó, a problémákat eltérő szempontok szerint megközelítő kutatók, kutatócsoportok közösen kidolgozott eredményeiből épül: a ma egyedül sikerrel kecsegtető kutatási módszer a team-munka. Egyes, szűkebb speciális területek szakembereinek összefogása, egymást inspiráló, kiegészítő, kontrolláló és segítő együttműködése meghatározóan még a legkiválóbb specialisták alkotóerejét, teljesítményét is, s aki ma sikeres kutató szeretne lenni, annak alapállása kell legyen a kooperálókészség.

Ezt az előadást tudományos együttműködések keretében elért olyan kutatási eredményeink bemutatásának szentelem, amelyek – véleményem szerint – amellet, hogy meggyőzően

szemléltetik a szintetikus vegyész és a spektroszkópia (a nagyműszeres szerkezetfelderítés) különböző területein működő spektroszkópikus kooperációjának hatékonyságát a kémiai szerkezet felderítésében, arról is képet adnak, hogy a szerkezeti problémák milyen sokfélék, s milyen sokféleképp közelíthetők meg ezen az úton.

A 60-as évek elején Magyarországon a kémiai szerkezetkutatás legkorszerűbb és leghatékonyabb eszköze az IR (infravörös)-spektroszkópia volt. Az IR-sugárzás elnyelése molekularezgéseket gerjeszt. E rezgések során atomtávolságok, kötéshosszak és/vagy kötésszögek változnak, illetve egyes funkcióscsoportok alakja, kölcsönös helyzete változik. Az IR-spektrumban fellépő egyes abszorpciós maximumok vagy ezek csoportjai ezért jellemzőek egy-egy kötéstípusra, funkcióscsoportra, jellegzetességeik (pontos frekvenciájuk, intenzitásuk és a jelalak) pedig sokmindent elárulnak az illető kötés ill. funkcióscsoport kémiai környezetéről, azaz a molekulaserkezetről. [1]

Első eredményes – eleinte munkahelyemen a Gyógyszeripari Kutatóintézetben (GYKI) belüli – együttműködésem során IR vizsgálatokkal kapcsolódtam be szintetikus munkát végző kollégáim kutatásaiba.

Szerkezeti izomerek megkülönböztetése IR-spektroszkópiával

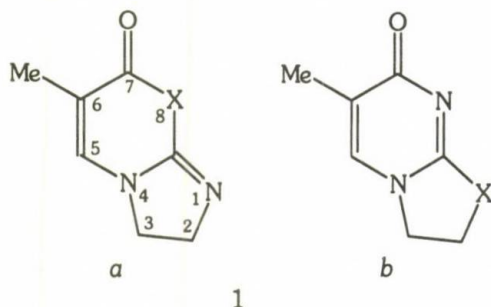
Oldy és Reiter ariloxietilamino-metilpirimidon típusú vegyületek hevítésével – amidon ariloxicsoport távozása közben intramolekuláris N-alkilezéssel gyűrűzárás játszódik le – izomer imidazo[1,2-a]pirimidinon származékokat (**1**, **2**, R=H) állított elő. [2, 3]

A szerkezetigazoló úton modellként előállított, s az **1a** és **1b**, ill. **2a** és **2b** tautomerekből levezethető négy N-metil származék (**1a,b** és **2a,b**, R=NMe) IR-vizsgálatával bizo-

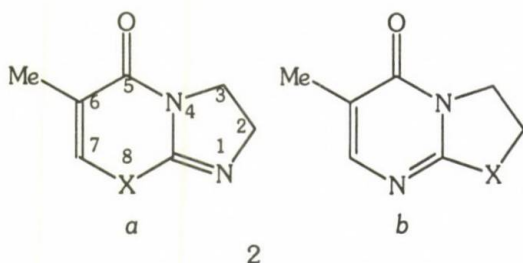
¹ E cikk szerzője 1994-ben Bernáth Gáborral és Kálmán Alajossal együtt kapott – tudományos együttműködésük során elért eredményeikért – Széchenyi-díjat, amely fényesen példázza, hogy a tudományos kutatás ma már elképzelhetetlen tervezett, összehangolt, magas szintű munkakapcsolatok nélkül. (A szerkesztő megjegyzése.)

² A XVI. Kémiai Konferencián (Mezőtúr, 1994. aug. 20-23.) elhangzott plenáris előadás anyagából összeállítva.

nyitottuk, hogy az IR-spektrum alkalmas nemcsak az eredetileg keletkező **1** és **2** (R=H) izomerek megkülönböztetésére, hanem a tautomer (**a** vagy **b**) szerkezet felderítésére is.



Az amidcsoportra jellemző IR sávSOROZAT legintenzívebb tagja, az ún. amid-I sáv rendkívül érzékeny az amidcsoport környezetére, a szomszédos szerkezeti elemek olyan hatásaira, amelyek befolyásolják az amidcsoporton belüli elektroneloszlást. [4]

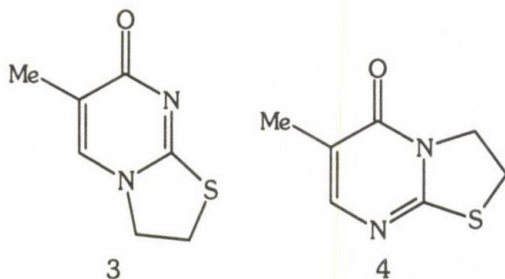


A mezomer-jellegű ($>C=O \leftrightarrow C^+ \overline{O}^-$)

karbonilcsoport polarizációja megszabja a CO-kötésrendet, amellyel arányosan változik az amid-I frekvencia. Például az **1b** és **2b** típusú szerkezetek **3** és **4** tiazotriazolon-vázis analógjainak amid-I frekvenciája 1650, ill. 1690 cm^{-1} . [5]

A **3** izomerben a konjugált $-CO-N=$ csoportban az oxigén polarizációja akadálytalan, amit az sp^3 nitrogén is elősegít. A következő a CO-kötésrend, s ezzel az amid-I frekvencia csökkenése. A **4** izomerben viszont az amidnitrogénhez kapcsolódó $C=N$ kötés - I-effektusa (elektronaffinitása) akadályozza a

nitrogénről az oxigénre irányuló elektronáramlást. Itt tehát a CO-kötésrend nő, és ezért nagyobb az amid-I frekvencia.

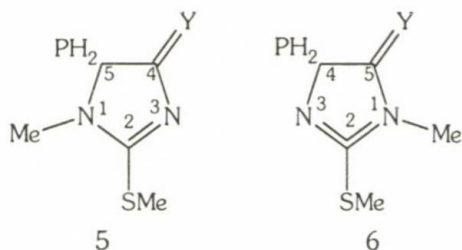


Analóg módon az amid-I frekvencia segítségével valószínűsíthető az $a \rightleftharpoons b$ tautomer szerkezet az **1** és **2** (R=H) vegyületek esetén.

Dezmotrópok felfedezése IR-spektrumuk alapján

A GYKI-n belül szerzett tapasztalatok és eredmények, amelyek az IR-spektroszkópia segítségével megoldott szerkezetkutató feladatok kapcsán összegyűltek, hamarosan alapot adtak együttműködések kialakításához intézetén kívüli partnerekkel is. Az effajta kooperációk azidőtájt szükségszerűen létesültek az igen rossz hazai műszerezettség, s ezzel összefüggésben a spektroszkóp szakemberhiány következtében. Az új vegyületek szintézisével foglalkozó magyar kutatóhelyek többsége sem korszerű IR-spektrométerrel, sem jól képzett, elegendően tapasztalt IR-szakemberrel nem rendelkezett. Így az alig néhány színvonalas IR-kutatásra képes kutatócsoport nemcsak saját munkahelyének igényeit kellett kielégítse, hanem számos más intézménnyel is együttműködött, mert enélkül egyre nehezebbé vált az elfogadható szintű kutatómunka. Jómagam mindig is missziónak tekintettem hátrányosabb körülmények közt, műszerekkel rosszabbul felszerelt intézetekben működő szintetikus vegyész kollégáim megsegítését, amit gyakran saját munkahelyem ellenállásával szembeszegülve kellett vállalnom, és amit mindenfajta ellenszolgáltatás és szakmai érdek nélkül is kötelességemnek éreztem.

Egyik első, sok éven át eredményes és intenzív együttműködés a BME Szerves Kémiai Tanszékével alakult ki. Itt Lempert Károly professzor és munkatársai – többek közt – hidantoin-származékok szintézisével és széles körű kémiai vizsgálatával foglalkoztak. Bekapcsolódva e kutatásokba, IR-vizsgálattal sikerült bizonyítani egy ritka jelenséget, kristályos állapotban egységes és hosszan eltartható tautomerek, ún. dezmotrópok keletkezését. Ezek a reakciótermék feldolgozási módjától függően (a terméket oldatból kristályosítva, ill. szublimálva) keletkeztek és IR-vizsgálattal kellett kideríteni eredetileg ismeretlen szerkezetüket. A két ($X=O$ vagy S), **5** és **6** szerkezetű $3H$ -, ill. $1H$ -tautomer pár tagjai reverzibilisen egymásba alakíthatók és amid-I frekvenciájuk – az előző példához hasonlóan – jellegzetesen eltér. [6, 7]



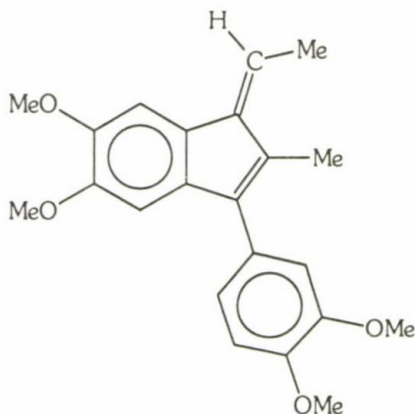
Analóg okokból, mint a **3–4** vegyülepárnál, a konjugált **6** ($X=O$) izomerben a CO -kötésrend jelentősen csökken, míg az **5** ($X=O$) dezmotrópban nő, s ezért az amid-I sáv **5** ($X=O$) esetén jóval kisebb frekvenciájú (1685 cm^{-1}), mint **6** párjának IR-spektrumában (1730 cm^{-1}). [5]

Dezmotrópok létezésére alig akad példa az irodalomban, nem csoda hát, hogy a szintetikus együttműködők bizonyos fenntartással fogadták annak idején az IR-eredményeket, s kétélyeik az eredmények publikálását követően sem szűntek meg teljesen. Ez volt az oka, hogy évekkel később, amikor a röntgendiffrakciós vizsgálatok hazánkban is megindultak, a probléma újrvizsgálását kezdeményezték. Az MTA KKKI Röntgendiffrakciós Csoportjában elvégzett mérések igazolták a 9 évvel korábban IR-adatokból megállapított szer-

kezeteket. [8] Ez volt a Kálmán Alajos vezette kutatócsoporttal és preparatív vegyészekkel közös első, hármas együttműködés, amelyet később még sok más, eredményes szerkezet-felderítés követett Kálmán Alajossal és változó szintetikus partnerekkel.

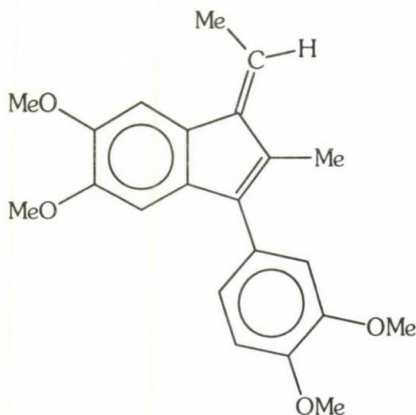
Geometriai izomerek azonosítása a H -NMR kémiai eltolódásokból kiindulva

Az a BME-vel kialakult közös kutatásokat megelőzően szoros együttműködés jött létre az ELTE TTK Szerves Kémiai Tanszékével. A GYKI újpesti székházának felépülte, 1965 előtt e Tanszék adott helyet az eleinte egyszemélyes, később egy technikussal kiegészült GYKI-s „IR-csoport”-nak (a spektrométernek és személyemben kezelőjének). Így önként kínálkozott az alkalom, s egyben adódott a kötelezettség a közös kutatásokra. Ez a kapcsolat a szétválás – Újpestre költözésem – után is fennmaradt, s midőn egy 60 MHz-es NMR-készülékkel gazdagodott a GYKI spektroszkópai laboratóriuma, és ennek nyomán saját kutatómunkám fokozódó mértékben az NMR-spektroszkópia területére tevődött át, az új módszer nyújtotta jelentősen bővülő lehetőségek a megoldható kutatási problémák köre, nehézsége és biztonsága ennek az együttműködésnek is új lendületet adott.



7

A Müller Sándor vezette indánvázis vegyületek előállításával és szerkezetének felderítésével kapcsolatos kutatások keretében Lempert-Sréter Magdolna etilidén-indén származékokat állított elő, s e reakcióban geometriai izomerek (**7**, **8**) keletkeztek. Ezek térszerkezetének meghatározása volt egyik legelső, az NMR-spektroszkópia felhasználásával megoldott feladatom. [9]



8

Az *E* és *Z* izomerek megkülönböztetésére az ad elvi lehetőséget, hogy – eltérő molekulán belüli távolságuknak megfelelően – az etilidénecsoport metil- és metinprotonjaira eltérő mértékben hat a koplanáris kondenzált benzolgyűrű paramágneses eltolódást okozó (kémiai eltolódást növelő) ún. szomszédcsoport-effektusa. [10]

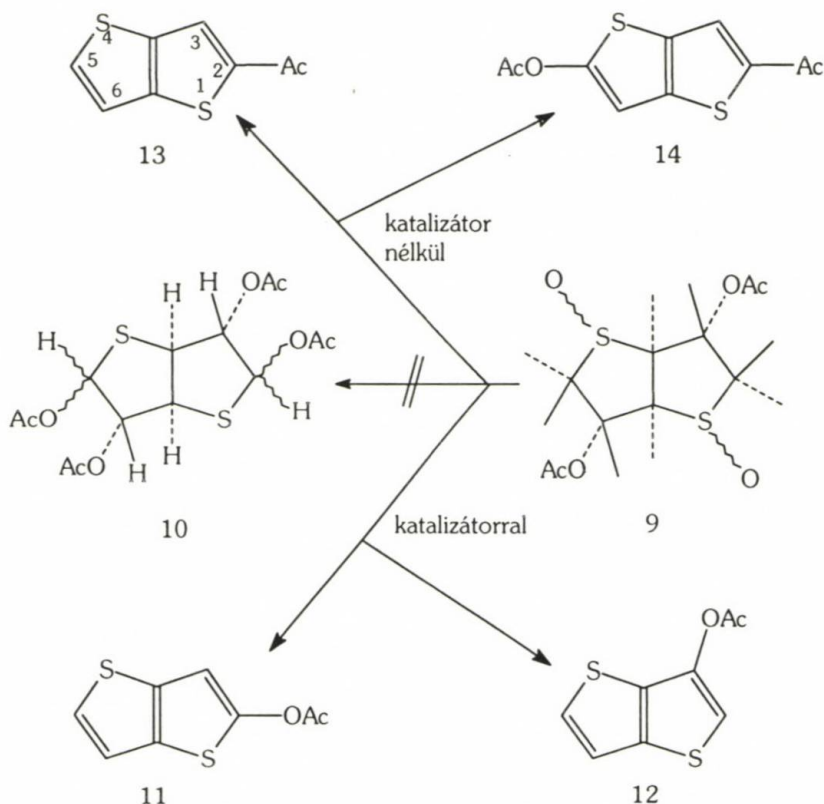
A **7** *E*-izomerben a metin-hidrogén közelebb van a kondenzált benzolgyűrűhöz, mint **8** (*Z*) párja esetén, ezért nagyobb az eltolódása (**7**, R=OMe, 6,68 ppm), mint a *Z*-izomer spektrumában (**8**, R=OMe, 6,40 ppm). A metilcsoport esetén fordított a helyzet: a kémiai eltolódás **7** spektrumában kisebb (2,27 ppm, míg **8** izomernél 2,35 ppm), és a kisebb különbségnek az a magyarázata, hogy metilhidrogének közül a két nem koplanárisra a benzolgyűrű ellenkező, bár kisebb mértékű hatást gyakorol, mint a harmadikra, s a mérhető átlag-kémiai eltolódás e két ellentétes hatás eredőjeként alakul ki.

Kéntartalmú cukoralkohol-anhidridek Pummerer-reakciójában keletkező termékek szerkezetfelderítése az IR- és NMR-spektrumok együttes felhasználásával

A GYKI-n belüli együttműködéseim közül – de több mint három évtizedre visszatekintve minden eddigi kooperációmat figyelembe véve is – a legeredményesebbek egyike a szénhidrátkémia egyik legkiválóbb hazai szaktekinélyével, Kuzsman Jánossal alakult ki. Kettőnk közös kutatásai során ideálisan fennállt a sikeres együttműködés minden feltétele és nehéz dolgom van, amikor csak egyet választhatok ki a közösen megoldott több tucat érdekes kutatási probléma közül. Azért esett választásom végül is a kéntartalmú cukorszármazékok ún. Pummerer-reakciójában keletkező termékek szerkezet-azonosítására, mert a több, egymás mellett keletkező, s a kiinduló vegyülethez képest merőben eltérő szerkezetű vegyület problémája az elsők közül való, amelyek megkövetelték az IR- és NMR-módszerek együttes „bevetését”.

A **9**-típusú diacetil-ditioanhidro-idot sztereoizomer diszulfoxidjai ecetsavanhidriddel 110 °C-on kezelve nem a várt **10** sztereoizomereket vagy ezek valamilyen keverékét adják, hanem perjodát katalizátorral, ill. katalizátor nélkül két egymástól különböző, s két-két tieno[3,2-*b*]tiofén vázas termékből álló keverék (**11** és **12**, illetve **13** és **14**) keletkezik.

A **13** vegyület IR-spektrumában konjugált ketoncsoportra jellemző 11 karbonilsáv jelentkezik 1650 cm⁻¹-nél. A H-NMR-spektrumban három – aromás vagy heteroaromás vegyületeknek megfelelő – nagy eltolódású hidrogén jele azonosítható, amelyek közül egy izolált (szinguletttel 7,79 ppm-nél), kettő szomszédos (két dublett 7,24 ill. 7,53 ppm-nél, felhasadás: 5,5 Hz). Mivel e három hidrogéнен kívül csak egy metiljel található a H-NMR-spektrumban (2,50 ppm, 3H-intenzitás), a várt **10** szerkezet nem jöhet szóba, hanem csak **13**, vagy 3-acetil-szubsztituált helyzeti izomerje. A **13** vegyület az irodalomból ismert volt már, és az azonos olvadáspont a 2-acetoxi-szerkezetet (**13**) bizonyította.



A katalizátor nélkül végrehajtott reakció másik terméke (**14**) azonban nem lehet a helyzeti izomer, mert két izolált gyűrűhidrogén, ill. két metilcsoport szingulettje lép föl a H-NMR-spektrumon 6,99 ill. 7,8 ppm-nél 1-H, és 2,36 ill. 2,58 ppm-nél 3-3H-intenzitással. Két acetilcsoport van tehát a molekulában. Az IR-frekvenciák alapján az egyik konjugált ketoncsoportból ered, ugyanúgy, mint **13** terméktársában (1645 cm⁻¹), a másik – az igen nagy frekvencia (1760 cm⁻¹) alapján 12 – enolészter típusú karboniltól, azaz egy acetoxicsoporttól származik. A két szubsztituens nem kapcsolódhat a tieno-tiofénváz azonos gyűrűjéhez, mert akkor a másik gyűrű szomszédos hidrogénjei csatolódnának, s mint **13** esetén is, két dublett jelentkeznék a szingulett helyett. Ekként a 2-Ac, 5-OAc, a 2-Ac, 6-OAc, a 3-Ac, 5-OAc és 3-Ac, 6-OAc szerkezeti izomerek valamelyike keletkezett. Ezek közt a katalizált átrendeződési reakció termékeinek ismeretében tudtunk dönteni.

Ez utóbbi két ugyancsak tieno-tiofén-vázaz molekula IR karbonil-frekvenciái (1755 ill. 1770 cm⁻¹) és a mindkét H-NMR-spektrumon fellépő, három hidrogénnek megfelelő intenzitású metilszingulett igazolja, hogy a váz egyetlen szubsztituense egy-egy acetoxicsoport. Ezzel összhangban a szubsztituátlan gyűrű szomszédos hidrogénjei dublettet adnak (a **11** vegyületnél 7,14 és 7,24 ppm-nél, **12** párjával 7,20 és 7,35 ppm-nél, a felhasadás mindkét esetben 5 Hz), a harmadik hidrogén jele pedig szingulett 6,95 ill. 7,34 ppm-nél. Következésképpen **11** és **12** az acetoxicsoport helyzetében eltérő izomer pár és előbbi a 2-helyettesített, utóbbi pedig a 3-acetoxi analóg. A kénatom szomszédsága miatt ui. a 2-es hidrogén kémiai eltolódása jóval nagyobb **13** a **12** izomerben, mint a H-3 atomé **11** párjánál. Ebből nyilvánvaló, hogy **14** is 2-acetoxi-helyettesített gyűrűt tartalmaz, mert az egyik szingulett (H-3 jele) gyakorlatilag azonos eltolódású (6,99 ppm), mint **11** esetén. Hasonló-

képpen a másik szingulett azonos (7,80 ill. 7,79 ppm) eltolódásából a **13** és **14** vegyület-párnál, az acetilcsoport azonos (2-es) helyzete, s ezzel **14** 2-acetil-5-acetoxi szerkezete is következik.

Ketoxim-származékok Beckmann átrendeződési termékeinek szerkezetmeghatározása a sift-reagens technika felhasználásával

A rutin NMR-spektrumokból származó alapinformációkat igen hasznosan egészítik ki speciális feltételek mellett nyerhető adatok, amelyek más úton nehezen megközelíthető problémák tisztázását is gyakran lehetővé teszik. Ezen kiegészítő NMR-technikák egyik legelső képviselője, amely a 70-es évek elején nagy „karriert” futott be, az ún. sift-reagens technika. [14] Ennek lényege, hogy a kémiai eltolódások ritkaföldfém-adalékkal „felnagyíthatók” és a kémiai szerkezetbeli kicsiny különbségekről árulkodó, normál körülmények között csak nehezen észrevehető és alig értelmezhető spektrumváltozások, mintegy mikroszkóp alá helyezve szignifikáns mértékűvé növelhetők. A fémorganikus komplexként a szokványos oldószerekben oldhatóvá tett ritkaföldfém- (elsősorban Eu- és Pr-) -vegyületek (ún. sift-reagensok) mint adalékok – a központi fémmag speciális elektronszerkezetének köszönhetően – erősen befolyásolják környezetükben a mágneses teret, s következésképpen a mágneses magok, így a H-NMR-spektroszkópiában a hidrogének kémiai eltolódását. Ez a hatás specifikus, mert a fémorganikus komplex koordinációbővüléssel a vizsgált molekula Lewis-bázis típusú donor csoportjain (pl. karbonilfunkción) kötődik, és e koordinációs ponttól távolodva rohamosan csökken kémiai eltolódást befolyásoló hatásuk.

Minden fiatal szakembernek – aki egy adig ismeretlen új módszer specialistájaként csatlakozik tapasztaltabb pályatársaihoz – becsvágya, hogy szakterülete jelentőségét idősebb kollégáinak bizonyítsa. Ennek leghatásosabb módja, ha olyan problémákat sikerül tisztázni, amelyekkel intézetének vezető kutatói korábban nem tudtak megbirkózni. Első

főnököm, a nemzetközileg is elismert, nagy tudású szintetikus vegyész, a kolozsvári egyetem egykori kémia professzora, Vargha László „szállította” számomra ezt a kihívást, egy, a kolozsvári korszakból származó, akkor már másfél évtizede megoldásra váró probléma formájában.

A **15** benzofuril-metil-ketoxim-tozilátot vizsgált metanolban forralva egy kristályos anyagot, s egy kétkomponensűnek bizonyult folyadékot lehet elkülöníteni. A kristály – az eredeti feltevéssel összhangban – 2-metil-3-hidroxikromon (**16**). A folyadékról kiderült, hogy keverék, amelynek azonban egyik komponense sem az eredetileg feltételezett **17**, hanem fő komponense a **18** dihidrobenzofuran-származék, a **19** mellékkomponens pedig ezzel cisz-transz izoméria viszonyában áll. [15]

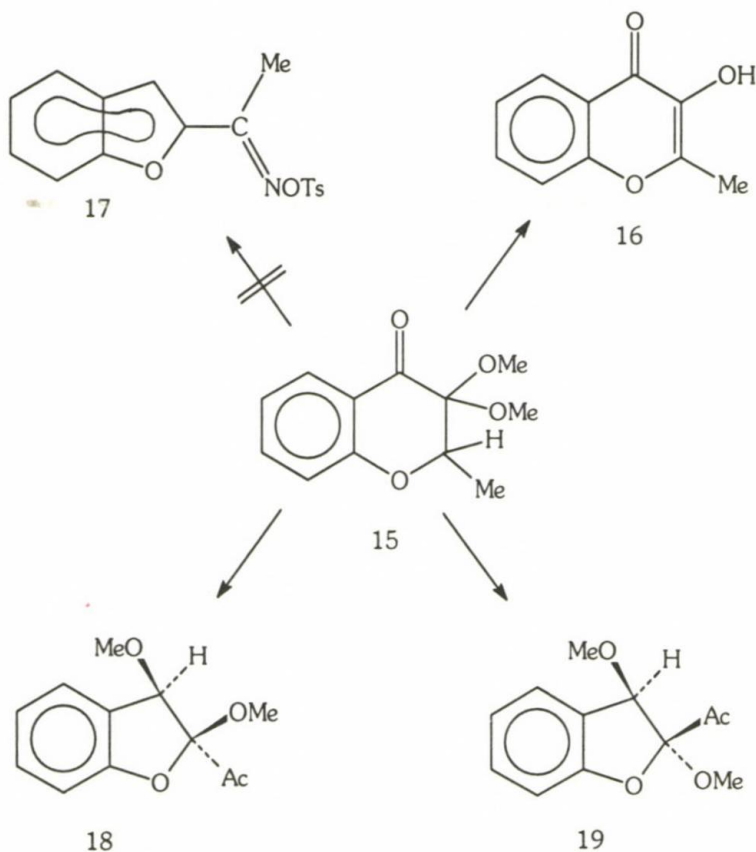
A folyadékkeverék mindkét komponensének IR-szinképében 1735 cm⁻¹-es karbonilsáv van, s e nagy hullámszám eleve kizárja a **17** szerkezetet. Utóbbi konjugált ketoncsoportjára ui. jóval kisebb (1680 cm⁻¹ körüli) frekvencia jellemző. [16]

A H-NMR-spektrumok is kizárják a **17** molekula képződésének lehetőségét. A két metoxi-szingulett (**18**: 3,38 ppm, 6H, **19**: 3,51 és 3,60 ppm, 2 × 3H) mellett ui. mindkét spektrumon egy további szingulett metiljel (2,33 ill. 2,39 ppm-nél) és egy ugyancsak szingulett metinjel (4,77 és 5,31 ppm) található a spektrumon. A **17** vegyületnél a CHCH₃-csoport a vicinális proton-proton csatolás miatt ui. dublett metil- és kvartetté felhasadt CH-jelet adna. Mind az IR-, mind az NMR-adatok megengedik viszont a **18-19** izomer-szerkezeteket. Ezek után csak azt kellett tisztázni, hogy a két komponensnek mi a térszerkezete, melyik a cisz- és melyik a transz-izomer.

E célra alkalmaztuk a sift-reagens-technikát. A két izomer, **18** és **19** azonos koncentrációjú oldathoz Eu(DPM)₃ sift-reagens [Eurórium - triszdipivaloil - metán = európium-trisz- 2, 2, 6, 6 - tetrametil - heptán - 3,5-dion, (C₁₁H₂₀O₂)₃Eu] azonos, növekvő mennyiségét adva, követtük a H-3 jel kémiai eltolódásváltozását. Mivel e vegyületek koordinálódása leginkább hajlamos funkciócsoportja az acetil-karbonil, várható, hogy a **18** térszerkezetben

ezzel *cisz* helyzetű, hozzá közel elhelyezkedő H-3-atomra nagyobb mértékben hat a sift-reagens, mint a **19** izomerben, ahol az acetilcsoport és a H-3-atom *transz* állásban, a molekulasík ellentétes oldalain vannak. Valóban azt tapasztaltuk, hogy az egyik izomer (a főtermék) spektrumában a H-3-jel eltolódásváltozása mintegy 2,5-3-szorosa a melléktermék-

nél megfigyelhetőnek. Így pl. a sift-reagens 20 mg/ml-es koncentrációja mellett a H-3 szingulett kémiai eltolódása a főtermék esetén 0,08 ppm-mel, míg a melléktermék spektrumában 0,26 ppm-mel nő meg. Ekként a főtermékben a **18** térszerkezet rendelhető, a melléktermék a **19** *transz*-izomer.

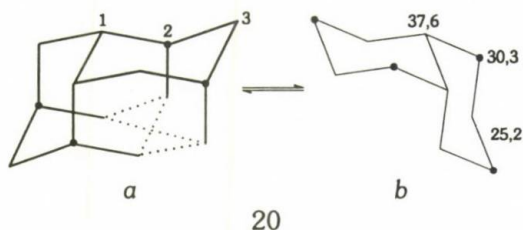


Kondenzált heterociklusok anellációs izomerjeinek konformáció-analízise szénrezonancia-spektroszkópiával

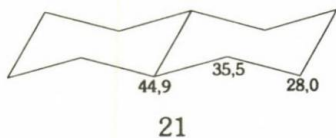
Rét évtizede tart jelenleg is „élő” és legtermékenyebb együttműködésem Bernáth Gábor professzorral, akinek előbb a JATE Szerves Kémiai Tanszékén működő csoportjában, majd a Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Egyetem Gyógyszerészi Vegytani Intézetében a vezetésével előállított

új – főként kondenzált heterociklusos – vegyületek térszerkezet-vizsgálatáról több mint 100 közös publikáción jelent meg.

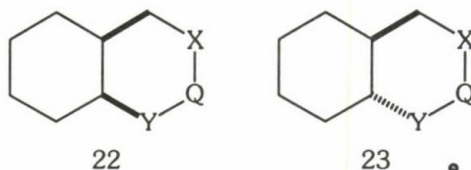
Együttműködésünk során fontos hely jutott a ciklohexán-kondenzált oxazinszármazékok konfiguráció-meghatározásának és konformáció-analízisének. Ezek kapcsán került sor egyik első próbálkozásunkra, hogy sztereokémiai problémák vizsgálatára C-NMR-spektroszkópiai adatokat alkalmazzunk.



A C-NMR-spektrum rendkívül érzékeny a térszerkezetre, amelyről a szénkémiail eltolódások nyújtanak igen hasznos információt. A sztérikusan gátolt csoportokban levő szénatomok kémiai eltolódása ui. jellegzetesen csökken: az illető szénvonal diamágnesesen eltolódik. Ez az ún. téreffektus (steric compression shift [17]), amely kitűnően felhasználható sztereoizomerek – pl. *cisz-transz* szubsztituált, vagy anellált izomerek, többek közt anomerek, geometriai és helyzeti izomerek, konformerek stb. – megkülönböztetésére. Az izomer párok analóg szénvonalai mindig a kedvezőtlenebb térszerkezetű izomer esetén kisebb eltolódásúak, amelyben nagyobb térgátlások lépnek fel. Így pl. a *cisz* és *transz* dekalin (**20**, **21**) C-1, C-2 és C-3 eltolódásai a *cisz*-izomernél 7,3, 5,2 ill. 2,8 ppm-mel kisebbek, mint a *transz* pár esetén. [18]



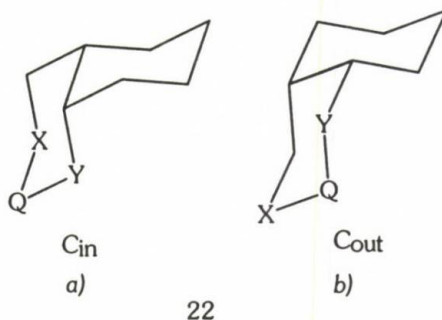
Ennek oka az, hogy az endo-axiális hidrogének között erős térgátlás lép föl. A mért adatok átlagértékek, amelyek az **a=b** konformációs egyensúly – a gyors gyűrűinverzió – következtében jóval kisebbek, mint a merev **a** vagy **b** szerkezet esetén lennének. A **b** formában ui. az **a** konformerben sztérikus gátlásnak kitett, kedvezőtlen helyzetű szénatomok a kedvező helyzetekbe kerülnek, vagyis a két gyűrű két-két 2-es ill. 3-as szénatompárjának tagjai váltakozva sztérikusan gátolt ill. nemgátolt helyzetűek az inverzió közben.



A **22** és **23** típusú oxazin-izomerek tanulmányozása során azt tapasztaltuk, hogy a **20** *cisz*-dekalinnal analóg szerkezetű **22** *cisz*-anellált vegyületek – ellentétben a **20** alibiciklussal – kvázi-merev, konformatív homogén rendszerek, és ha Y=O vagy NH, akkor a C_{in}, ill. C_{out} konformerek (1. képletábra) közül az a stabilisabb, amelyben az oxigénatom, ill. az NH-csoport *axiálisan* kapcsolódik a ciklohexán gyűrűhöz, míg az *N-szubsztituált* analógok (Y=NMe, NCH₂Ph) esetén a másik konformer kedvezményezett, amelyben az NR-csoport *ekvatoriális* és a heterogyűrű 4-es metilén-csoportja *axiális* a ciklohexánhoz képest. Ez azt jelenti, hogy az Y csoport térgénye szabja meg a konformációt és a térkitöltés O, NH < CH₂ < NR sorrendben nő.

A fenti következtetés a H-NMR-spektrumból megkapható proton-proton csatolási állandók nagyságából adódik, [19] de független úton a C-NMR-adatokból is levonható. [20] Itt most csak az utóbbi eset nagyon tömör bemutatására szorítkozom.

Az 1. táblázat a **22a,b-23a,b** izomer párok váz-szénatomoktól származó C-NMR kémiai eltolódásait tartalmazza (**a**: X=NMe, Y=O, **b**: X=O, Y=NMe).



	C-2	C-4	C-4a	C-5	C-6	C-7	C-8	C-8a
22a	97,5	60,7	36,1	26,2*	25,8*	20,4	31,5	75,3
23a	94,5	60,3	38	28,3	25,4*	24,8*	31,8	82,6
22b	85,7	67,7	27,3*	28,2*	21,7	24,7	26,0*	61,3
23b	94,6	73,4	35,4	27,4	25,8*	25,3*	30	66,9

1. táblázat

A **22a,b** és **23a,b** vegyületek C-NMR kémiai eltolódásai (δ , ppm)

* felcserélt hozzárendelés lehetséges

A már ismertetett következtetéseink alapjai **22a** és **22b** helyzeti izomerek az Y szubsztituenst axiális (C_{in}), ill. ekvatoriális (C_{out}) helyzetben tartalmazó konformációban vannak. Ennek egyértelmű bizonyítékát szolgáltatják a C-NMR kémiai eltolódások. Ezek ugyanis jellegzetesen kisebbek a térgátolt helyzetű szénatomok esetén, izomer párjaikkal összehasonlítva.

A **22b** izomerben a *transz*-anellált **23b** párhoz képest kedvezőtlen endohelyzetbe kerülnek a C-2,4 atomok. Ez látványos téreffektust eredményez, amely 8,9, ill. 5,7 ppm-es eltolódáskülönbségben nyilvánul meg a C-2 és C-4 szénatomokra. Az **a** helyzeti izomerek *cisz*-, ill. *transz*-anellált (**22a** és **23a**) párjánál nincs ilyen különbség, mert a C-2,4 atomok **22a** esetén is kedvező, exo-helyzetben vannak. Ezért a C-4 vonal eltolódása alig tér el a két izomernél (az eltolódáskülönbség mindössze 0,4 ppm) és a C-2 vonalra sem túl nagy, s épp ellentétes: a **23a** izomernél kisebb az eltolódás 3,0 ppm-mel.

Téreffektus a **22a** vegyületnél a C-5 és C-7 atomok vonalaira mérhető, s nagysága 2,1 és 4,4 ppm. Az analóg kémiai eltolódáscsökkenés a **22b** anellációs izomernél is fellép, de itt a C-6 és C-8 vonalaknál, amelyekre a nagysága 4,1 ill. 4,0 ppm.

A DEPT-technika: a protonálás helyének megállapítása β -enamino-észterekben

A nemzetközi együttműködések közül egyik leggyümölcsözőbb, s jelenleg is fennálló kapcsolat a bonni egyetem Szerves és Biokémiai Intézetével alakult ki, ahol Wamhoff professzor vezetésével főként β -enamino-észterek,

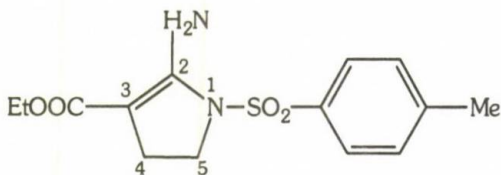
uracilok s más heterociklusok szintézise és igen széles körű kémiai-biológiai vizsgálata folyik. Ez kiterjed a heterociklusok cikloaddíciós reakcióira, fotokémiai átalakulásai tanulmányozására, a rendszerint sokféle és bonyolult termék szétválasztására és szerkezetének felderítésére.

Ezzel kapcsolatos eredményeink közül egy részprobléma megoldását emelem ki, amely alkalmat ad arra, hogy a korszerű NMR-technikák egyik, ma már rutinszerűen alkalmazott, rendkívül hasznos válfaját bemutathassam.

A DEPT-mérés lényege az, hogy segítségével megkülönböztethetők a C-NMR-spektrum különböző rendű (metil-, metilén-, metin- ill. kvaterner) szénaktól származó vonalai. Tetzés szerint készíthetők csak a CH_3 -, CH_2 - ill. CH-csoportok vonalait tartalmazó szubspektrumok ugyanarról a mintáról, ill. egyetlen méréssel olyan DEPT-felvétel is előállítható, amelyben a CH_3 - és CH-csoportok vonalai a szokásos abszorpciós maximumokként, míg a CH_2 - csoportoké negatív („emissziós”) csúcsokként jelentkeznek. A kvaterner szén vonalai hiányoznak a DEPT-spektrumokból. Ez utóbbiak tehát a DEPT- és normál mérések eredményeinek összehasonlításával azonosíthatók.

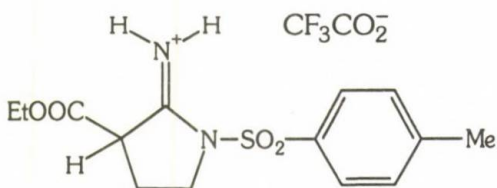
A **24** vegyület deuterokloroformos oldatban mért normál szénrezonancia-spektruma 11 vonalat tartalmaz, amelyek közül a DEPT-felvételen az öt kvaterner (C-2,3,1',4' és a C=O) szén vonala természetesen nem jelentkezik. A DEPT-spektrum két negatív vonalat tartalmaz 24,8 és 49,6 ppm-nél, a C-4 és C-5 metilén-szeneknek megfelelően. A négy to-

vábbi vonalért a metoxi- és 4'-metil-csoportok, ill. a C-2',6' és C-3',5' ekvivalens és így egybeeső vonalat adó aromás atompárok felelősek, amelyek pozitív maximumokkal lépnek fel a DEPT-spektrumon.



24

A mérést trifluoecetsavas oldatban megismételve, a normál spektrumon változatlanul megjelenő 11 vonalból csak négy hiányzik a DEPT-felvételen, s miközben a két negatív csúcs kissé eltérő kémiai eltolódással (22,2 és 51,6 ppm-nél) továbbra is megmarad, addig a pozitív maximumok száma eggyel, tehát ötre nő. Ezek közül a két-két metil-, ill. aromás szénjel eltolódása nem különbözik nagyobb mértékben a deuterokloroformos felvételhez képest, mint amit az oldószercsere indokol, az ötödik vonal viszont 54,3 ppm-nél van, vagyis igen jelentős mértékben eltolódik az eredeti kvaterner jelhez képest (81,1 ppm), amellet, hogy megjelenése a megfelelő szén rendűség-változását is bizonyítja.



25

A magyarázat ezek után nyilvánvaló: C-protonálással a **25** vegyület képződik, azaz a CDCl₃-oldatbeli kvaterner C-3(sp²) atomot a tercier CH-csoport váltja fel, amelyben tehát telített (sp³) szén fordul elő.

A DEPT-spektrum egyik további előnye, hogy sokkal jobb a jel-zaj viszony: azonos minőségű spektrum kb. negyed annyi idő alatt

készíthető, mint amit a normál spektrum felvétele igényel. Ennek oka az, hogy a kísérletben a hidrogének kedvezőbb megoszlását (polarizációját) a mágneses kvantumállapotok között átvisszük a szénre. (Innen származik a módszer nevéneként használt mozaikszó: PT-része: polarization transfer.) A spektrumvonalak intenzitása ui. arányos a kvantumállapotok közötti betöltöttség-különbséggel (polarizációval), amely a hidrogénmagokra sokkal nagyobb (kb. négyszeres), mint a szénatomok esetén.

A P_H → P_C polarizációátvitel azt jelenti, hogy a DEPT-felvételen csak olyan szénatomok jele lép fel, amelyekhez hidrogének kötődnek. Ezért a deuterált oldószertől származó szénjelek a DEPT-spektrumokon nem jelentkeznek. A CDCl₃ mellett leggyakrabban használt NMR-oldószer, a (CD₃)₂SO saját jele sokszor elfedi a vizsgált anyag egy vagy több jelét. Ilyenkor a DEPT-méréssel ezek a vonalak is megtalálhatók.

A DNOE-mérés: a valódi térszerkezet kiválasztása a lehetséges négy sztereoizomer közül egy pentaciklusos-izoxazolin vegyületre

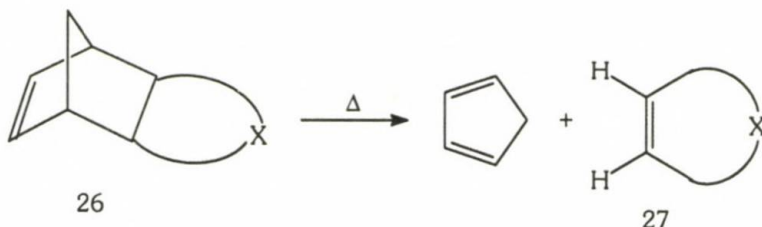
A mag-Overhauser-effektus (NOE) mérése a korszerű kiegészítő NMR-technikák egyik legfontosabb és legelterjedtebb képviselője, amely sztereokémiai problémák kvalitatív és kvantitatív megoldására egyaránt jól használható. Ez is a magpolarizációval kapcsolatos: valamely mágneses atommagot az NMR-rezonanciafrekvenciával besugározva – telítve – elérhető, hogy az illető mag kvantumállapotok közötti egyensúlyi megoszlása megváltozzon: az alap és gerjesztett állapot betöltöttség-különbsége csökkenjen ill. kiegyenlítődjék. Ennek következményeképp a telített mag közelében lévő más magok polarizációja ellentétes értelemben változik, s ennek következtében jelintenzitása az NMR-spektrumban megnő. Az intenzitásnövekedés a telített magtól való távolság 6. hatványával (!) fordítva arányos: a módszer ekként rendkívül érzékeny a térszer-

kezetre, és atomtávolságok igen pontos meghatározását teszi lehetővé.

A szerkezetkutatásban a kvalitatív alkalmazások is igen hasznosak. A következők ennek illusztrálására szolgálnak.

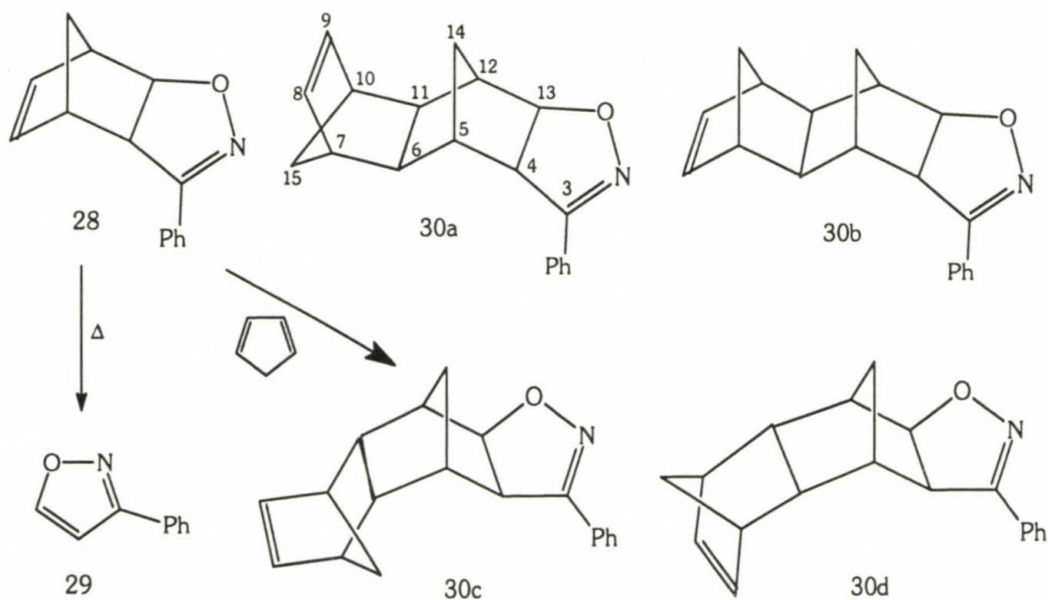
Stájer és Bernáth különféle heterogűrűkkel kondenzált triciklusos norbornén-vegyületek (**26**) melegítéssel járó reakcióiban a tervezett átalakulás helyett két, szomszédos szén-

tomon szubsztituátlan, egyszerű heteromonociklusok (**27**) keletkezését tapasztalta. A reakció ciklopentadién-lehasadással lejárászódnó ún. retro-Diels-Alder (RDA)-folyamatként értelmezhető, hasznos és egyszerű módszer két szomszédos telítetlen szénatomon nem-szubsztituált, részben új heterociklusok előállítására, amelyek korábban nem, vagy csak körülményesebb úton voltak hozzáférhetők.



E reakciók egyikében a várt heterociklus (**29**) mellett – a kiinduló vegyület (**28**) és a kihasadó ciklopentadién részvételével lejárászódnó, ellentétes Diels-Alder-addíció révén – pentaciklusos melléktermék is keletkezik, amelyben egy-egy norbornán és norbornén szerkezeti

elem fordul elő (3. képletábra). Elvileg négy sztereoizomer képződésére van lehetőség, amelyekben két aliciklus *diexodiendo*-, *diexo-diexo*-, *diendo-diexo*- vagy *diendo-diendo*-kondenzált lehet (**30a-d**). E szerkezetek között kellett dönteni NMR-vizsgálatokkal. [21]



A rutin H- és C-NMR-spektrumok egyértelműen igazolták a konstitúciót. A norbornán és norbornén szerkezeti elemek kölcsönös helyzetét a H-6,11 jelek multiplicitása alapján lehet valószínűsíteni. [22] A H-11 kettős dublett szerkezete 1,96 ppm-nél a *diexo-diendo*-vagy a *diendo-diexo*-konfiguráció mellett szól [a H-6 jel átfedésben van a H-14(*endo*) jellel, így multiplicitása biztosan nem állapítható meg], ekként kizárva a **30b** *diexo-diexo* és **30d** *diendo-diendo* szerkezeteket (ezeknél a H-6,11 jelek dublett, ill. háromszoros dublett felhasadása volna várható). A **30a** és **30c** diasztereomerek között DNOE-vizsgálatokkal (2. táblázat) döntöttünk.

A korszerű számítógép-vezérelt NMR-spektrométerek lehetővé teszik, hogy a normál spektrum és valamelyik jel telítésével (külön besugárzásával, ti. gerjesztésével) nyert mag-Overhauser-effektusokat is tartalmazó NOE-mérés különbségét regisztráljuk: ez a differenciális nuclear Overhauser effect (DNOE)-spek-

trum. Ebben a normál spektrumnak csak azok a jelei találhatók meg, amelyek a NOE hatására intenzívebbé válnak, vagyis azok a jelek, amelyek olyan magoktól (H-NMR-mérés esetén hidrogénektől) származnak, amelyek a NOE-méréssel besugárzott maghoz térbelileg közel vannak.

A relatív nagy eltolódás (4,54 ppm) révén egyértelműen hozzárendelhető H-13 jel besugárzásával nyert DNOE-spektrum alapján könnyen kiválaszthatók az egymástól alig eltérő kémiai eltolódású és hasonló (szingulett, ill. kettős dublett) szerkezetű H-5,12 és H-6,11 jelpárok közül az utóbbiakhoz (a H-12 és H-11 atomokhoz) tartozó jelek. (Mivel H-11 és H-12 térben közelebb van a H-13 atomhoz, mint H-5 és H-6, előbbi kettő intenzív jelet ad a DNOE-felvételén, utóbbi kettő jele viszont nem lép föl.)

DNOE-jel ^a		Besugárzott jel (hozzárendelés, kémiai eltolódás ^b)				
Hozzárendelés	Kémiai eltolódás ^b	H-14(<i>exo</i>) 0,93	H-15(<i>exo</i>) 1,25	H-13 4,54	H-8 ^c 5,93	H-9 ^c 6,02
H-4	3,42			+		
H-5	2,38	+			++	+
H-6	2,18		+			
H-7, 10	2,92		+		+	+
H-11	1,96		+	+		
H-12	2,47	+		+	+	++
H-14(<i>endo</i>)	2,15	+			+	+
H-15(<i>endo</i>)	1,42		+		+	+
H-orto (Ph)	7,9	+				

^aA NOE-kísérletben megnövekedett intenzitással fellépő (DNOE) jelek jelzése: „+”.

^bδ, ppm.

^cA H-5,12 jelpár nagyobb intenzitásnövekedést (intenzívebb DNOE-jelet) adó tagját „++” jelöli.

2. táblázat

A **30** vegyülettel végzett DNOE-mérések eredménye

A két áthidaló (14-es és 15-ös) metilencsoport AB-spektrumának megfelelő két-két összetartozó dublett közül a legármánykoltabb (0,93 ppm) telítésével nyert DNOE-jelek alapján megállapítottuk, hogy ez a dublett az exo-helyzetű H-14 atomtól származik. Ez a H-5,12 jelpár, ill. a fenilgyűrű orto-hidrogénjeinek térközelségüket igazoló DNOE jeléből következett (vö. a 2. táblázattal).

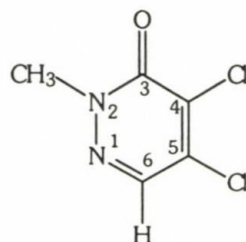
A **30a** szerkezetet az egymáshoz igen közeli H-8 és H-9 jelek ($\Delta\delta$ 0,09 ppm) besugárzásával igazoltuk. Mindkét esetben erős DNOE jelet adott, ui. a H-14(endo) atom [ennek hozzárendelése a H-14(exo) párjával fennálló csatolásból egyértelműen következik] csak a **30a** szerkezetben van térbelileg elegendően közel az olefinhidrogénekhez.

Spin-rács relaxáció mérése: a protonálás helyének megállapítása több bázisos centrumú molekulában

A DEPT-módszer bemutatása kapcsán már láttunk példát arra, hogyan határozható meg NMR-úton a protonálás helye. Most egy másik lehetséges megközelítés ismertetése révén arról győződhetünk meg, hogy azonos jellegű feladat megoldásához az NMR-spektroszkópia gyakran több utat is kínál és hogy ezek közül melyiket választja a kutató, az részben a műszaki feltételek függvénye, részben saját felelőssége, de az eredményesség mindenképpen erősen függ a spektroszkópus felkészültségétől, mérlegelő képességétől és intuíciójától is.

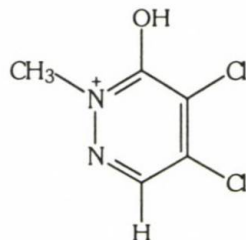
A rutin NMR-spektrumokból nyerhető alapinformációk – kémiai eltolódások, csatolási állandók és jelintenzitások – mellett a spektrumok szerkezetét meghatározó további paraméterek a relaxációs folyamatokkal (a gerjesztési energia leadásával) összefüggő mennyiségek, az ún. spin-rács (T_1) és spi-spin (T_2) relaxációs idők, a diffúziós állandó, a természetes jelszélesség stb. Ezek közül a T_1 – amely a spin-quantumállapotok átlagélettartamának tekinthető – különösen fontos a szerkezetkutatás számára, mert a szénmagok rela-

xációs ideje és kémiai jellege között közvetlen és egyértelmű kapcsolat áll fenn.



31

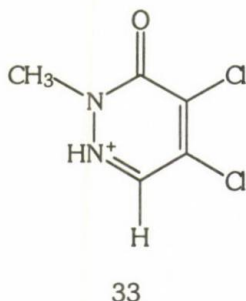
A szénatomokra jellemző T_1 spin-rács relaxációs idő – többek között – függ a szénatomokhoz kapcsolódó másfajta atomok minőségétől. Ha egy adott molekulában valamelyik szénhez közvetlenül kapcsolódó hidrogéneket deutériumra cseréljük, akkor az illető szén T_1 paramétere drámaian megváltozik, míg a többi szénatomoké csak rohamosan csökkenő mértékben reagál az izotópcserére, ha a kiválasztott széntől távolodunk. Ezt a körülményt kihasználva rendkívül egyszerű választ adni Mátyus Péter (GYKI) szintetikus munkája kapcsán felmerült kérdésre, hogy ti. a 2-metil-4,5-diklór-piridazin-3-on (**31**) hol protonálódik. Elvileg az oxigénen és a két nitrogén valamelyikén protonált szerkezet (**32-34**) egyaránt szóba jöhet.



32

Megmértük a vegyület öt szénatomjára T_1 nagyságát trifluor-ecetsavban ill. deuterotrifluor-ecetsavban.

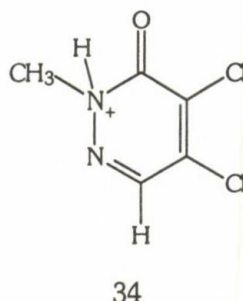
Azt vártuk, hogy O-protonálás, tehát **32** szerkezet esetén legnagyobb mértékben a C-3, s kisebb arányban a C-4 atomra különbözzön a kétféle oldószerben mért T_1 -érték, mivel a TFA helyett TFA-d alkalmazására bekövetkező $H \rightarrow D$ csere az OH/OD-csoporthoz legközelebb lévő szén relaxációs folyamatát kell leginkább befolyásolja.



Hasonlóképpen a **33** szerkezetben az oldószercserére várt hatása T_1 értékére a C-3 és a CH_3 -atomok esetén a legnagyobb és kisebb effektus a C-4 vonalra is várható. Végül a **34** forma keletkezésekor a C-6 atomnál nagy, a C-3 és C-5 atomokra kisebb T_1 -változás jósolható.

A mérési adatok a 3. táblázatban láthatók, s ezek egyértelműen a **32** kémiailag is legvalószínűbb és kvantumkémiailag számításokkal is alátámasztható O-protonálást igazolják. [23]

Ez a téma visszakanyarodás a kiinduló ponthoz, minthogy immár külső együttműködőként, de sok évvel a GYKI-ból távozásomat követően, ismét egykori munkahelyemen felmerült probléma megoldásához kötődik. Így önként kínálkozó lekerekítő befejezése e kooperációknak szentelt előadásnak.



	δC (ppm)		T_1 (^{13}C) spin -rács relaxációs idő (sec)				
	$CDCl_3$	TFA/TFA-d	$CDCl_3$	TFA	TFA-d	Δ^a	Δ^b
CH_3	40,6	41,6	9,2	6,9	6,8	0,1	1,5
C-3	156,4	158,5	158	48	140	-92	66
C-4	133,6	133,9	129	115	228	-113	50
C-5	136,1	138,3	99	73	80	-7	9
C-6	135,0	137,5	4,6	2,5	2,3	0,2	9

^aA TFA-ban és TFA-d-ben mért T_1 (^{13}C) értékek különbsége ugyanaz %-ban

3. táblázat

A **31** vegyületre mért ^{13}C -NMR kémiai eltolódások ($\delta_{TMS} = 0$ ppm) és T_1 (^{13}C) relaxációs idők 20 MHz-en

Az együttműködő kollégák Prof. Bernáth Gábor, Prof. Kálmán Alajos, Prof. Kuszmann János, Prof. Lempert Károly, dr. Lempert-Sréter Magdolna, dr. Mátyus Péter, dr. Nyitrai József, dr. Reiter József, Prof. Stájer Géza, Prof. Toldy Lajos, néhai Prof. Vargha László, Prof. Heinrich Wamhof és dr. Zauer Károly valamennyien részesei a bemutatott kutatásoknak, társszerzői az ezekről készült publikációknak, és így ezen előadásnak is. Természetes tehát, hogy nevüket itt ismét felsoroljam. Köszönöm az inspiráló, segítőkész együttműködést, a megtisztelő bizalmat, amellyel kutatótársul választottak, az együttgondolkodást és a közös munka örömét mindannyiuknak.

Irodalom

- [1] S. Holly, P. Sohár: Theoretical and technical introduction az „Absorption spectra in the infrared region” c. sorozathoz (Szerk.: L. Láng, W. H. Prichard). Akadémiai Kiadó, Budapest, 1975. 40-43. o.
- [2] J. Reiter, P. Sohár, L. Toldy: Tetrahedron Letters, 1970. 1411-1415.
- [3] J. Reiter, P. Sohár, J. Lipták, L. Toldy: Tetrahedron Letters, 1970. 1417-1421.
- [4] Ref.[1], 112-115. o.
- [5] Sohár P.: Magyar Kémiai Folyóirat, 74, 1968. 298-304.
- [6] K. Lempert, J. Nyitrai, P. Sohár, K. Zauer: Tetrahedron Letters, 1964. 2679-2684.
- [7] K. Lempert, J. Nyitrai, P. Sohár: Tetrahedron Letters, 1965. 1795-1799.
- [8] K. Lempert, J. Nyitrai, K. Zauer, A. Kálmán, Gy. Argay, A. J. M. Duisenberg, P. Sohár: Tetrahedron, 29., 1973. 3565-3569.
- [9] M. Lempert-Sréter, P. Sohár: Acta Chim. Acad. Sci. Hung., 54., 1967. 203-207.
- [10] P. Sohár: Nuclear magnetic resonance spectroscopy. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1983. I., 35-38. o.
- [11] Ref. [1], 93., 98. o.
- [12] Ref. [1], 94., 100., 101. o.
- [13] Ref. [10], II., 75-82. o.
- [14] Sohár Pál: Válogatott fejezetek a modern NMR-spektroszkópiából. A kémia újabb eredményei, 58. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1984. 31-65. o.
- [15] L. Vargha, J. Kuszmann, P. Sohár, Gy. Horváth: J. Heterocyclic Chem., 9., 1972. 341-346.
- [16] Ref. [1], 93-98. o.
- [17] D. M. Grant, B. V. Cheney, J. Amer. Chem. Soc., 89., 1967. 5315.
- [18] Ref. [10], II., 164. o.
- [19] P. Sohár, G. Bernáth: Org. Magn. Resonance, 5., 1973. 159-160.
- [20] P. Sohár, L. Gera, G. Bernáth: Org. Magn. Resonance, 14., 1980. 204-208.
- [21] P. Sohár, I. Kövesdi, S. Frimpong-Manso, G. Stájer, G. Bernáth: Magn. Reson. Chem., 28., 1990. 1023-1026.
- [22] P. Sohár, G. Stájer, G. Bernáth: Org. Magn. Resonance, 21., 1983. 512-519.
- [23] P. Mátyus, K. Fuji, K. Tanaka, J. Rohonczy, R. Hargitai, P. Sohár: Heterocycles, 38., 1994. 1957-1960.

Dr. Tóth Zoltán

Wöhler kísérletének bemutatása

Friedrich Wöhler híres kísérletét – a karbamid előállítását szerves anyagokból – valamennyi szerves kémia tankönyv idézi.

A karbamidot először vizeletből állították elő 1799-ben [1]. Abban az időben még a „vis vitalis” elmélet uralkodott, és úgy gondolták, hogy karbamidot csak az élő szervezetek tudnak előállítani. 1828-ban Wöhler szerves anyagokból nyert ammónium-cianát hevítésével állított elő karbamidot. Ez volt az első olyan tudományosan is lejegyzett felfedezés, amely során egy szerves anyagot szerves anyagokból szintetizáltak. Ezzel megdőlt az életerő-elmélet.

A most következő kísérlet lehetőséget nyújt Wöhler híres kísérletének bemutatására. A kísérlet során a karbamidot ammónium-klorid és kálium-cianát tömény vizes oldatának melegítésével állítjuk elő. A képződött karbamidot a reakcióelegyhez adott oxálsav hatására kicsapódó karbamid-oxalát-só formájában mutathatjuk ki [2].

Anyagok, eszközök:

Ammónium-klorid (NH_4Cl), kálium-cianát (KOCN), oxálsav, karbamid, Bunsen-égő, kémcsövek.

Az oldatok készítése:

1. oldat: Oldjunk fel 2 g karbamidot 10 cm^3 vízben!

2. oldat: Készítsünk kb. 1 mol/dm^3 koncentrációjú oxálsav-oldatot!

3. oldat: Rázogatás közben, lassan oldjunk fel 2 g NH_4Cl -ot és 3 g KOCN -ot 10 cm^3 vízben!

Bemutatás:

A karbamid kimutatásának szemléltetése: Az 1. oldat 2-3 cm^3 -éhez adjunk 3-4 cm^3 -t a 2. oldatból! Fehér, kristályos csapadék válik ki.

Wöhler kísérletének szemléltetése: Óvatosan melegítsünk a Bunsen-égő lángja fölött 2-3 cm^3 -t a frissen készített 3. oldatból kb. 0,5-1 percig! Hűtés után adjunk az oldathoz 3-4 cm^3 -t a 2. oldatból! Kb. fél percen belül fehér, kristályos anyag válik ki.

Kontrollkísérlet: Adjunk 3-4 cm^3 -t a 2. oldatból a frissen készített 3. oldat 2-3 cm^3 -éhez! Csapadékképződést nem tapasztalunk, legfeljebb kevés gázfejlődést és kismértékű opalesodást.

A szerző köszönetét fejezi ki Pósnak Enikő V. éves matematika-kémia szakos hallgatónak a kísérlet részletes kimunkáltságáért.

Irodalom

- [1] Williams, H.E.: Cyanogen compounds, 2nd edition, Edward Arnold & Co., London, 1948. p. 48.
- [2] Williams, H.E.: Cyanogen compounds, 2nd edition, Edward Arnold & Co., London, 1948. p. 410.



OROSZLÁNKÖRMÖK¹

Tolnai Miklós

A másodlagos kötőerők és a felületi feszültség²

Az I. osztályos gimnáziumi fizika- és kémiaoktatás számos ponton összekapcsolható, elősegítheti, elmélyítheti a jelenségek, fogalmak megértését, ha a tanár tudatosan törekszik a koncentráció megvalósítására. A gázok tárgyalása mindkét tantárgy anyagát képezi [1,2]. A folyadékok tárgyalásakor a fizikában jelenség szinten ismertetik meg a felületi feszültséget, magyarázatként a következő szerepel: „A felület összehúzódását célzó erők (a kohézió) a folyadék molekulái között fellépő erőhatások következményei.” [1]

A kémiaórán a molekulák szerkezete és a másodrendű kötőerők ismertetése után már sokkal többet mondhatunk a molekulák között fellépő erőhatásokról. Az I. osztályos kémia tananyag vitathatatlanul erősen elméleti jellegét talán kissé oldhatjuk, ha az anyagi halmazok tárgyalásakor, amikor a folyadékok tulajdonságainak feldolgozására kerül sor, kiegészítjük a tankönyvek [2,3] anyagát úgy, hogy összehasonlítjuk és szerkezeti alapon megmagyarázzuk néhány folyadék eltérő felületi feszültségét, viszkozitását, forráspontját. Egyszerűen végrehajtható, mégis érdekes kísérleteket lehet ilyenkor bemutatni, a jelenségek értelmezésekor pedig szükség van a már megtanult ismeretek alkalmazására, tehát motivációs és didaktikai előnyei is vannak a javasolt anyag beiktatásának.

A fizika tankönyv [1] az alumíniumból készült pénzérme vízfelszínen történő úszására és a drótkeretre felvitt szappanhártyák vizsgálatára hivatkozik kísérletként. A legelterjedtebben használt kémiai kísérleti tanári kézikönyv [4] ezeken kívül a víz és az éter csepegtetésének összehasonlítását is javasolja.

A felsorolt kísérletek kiegészíthetők még a következő egyszerű, akár tanulókísérletként is beiktatható demonstrációkkal:

A felsorolt kísérletek kiegészíthetők még a következő egyszerű, akár tanulókísérletként is beiktatható demonstrációkkal:

1. A hidrogénkötés erősségének függése a részecskék minőségétől [5]

Szükséges anyagok: etil-alkohol, víz

Eszközök: üveglap, szemcseppentő, írásvetítő.

Végrehajtás:

Az írásvetítőre egy üveglapot helyezünk. Az üveglapra néhány csepp vizet és tőle távolabb néhány csepp etil-alkoholt teszünk. Azt tapasztaljuk, hogy a vízcsepp kevésbé terül szét az üvegen, mint az alkohol.

¹ E piktogram alatt hallgatók írásait közöljük. Felkínáljuk lapunk szerény lehetőségeit abban a reményben, hogy ezzel kedvet teremtünk másoknak is a tudományos publikáláshoz. (főszerkesztő)

² A cikk az MKM KTF 320/94. számú pályázaton elnyert összeg támogatásával készült.

Ha a vízcsepp oldalához néhány csepp etanolt helyezünk, azt látjuk, hogy a vízcsepp elmozdul és eltávolodik az alkoholtól. Ha azonban a vízcseppet a kerülete mentén körbeecsapogatjuk etanollal, akkor a vízcsepp elvékonyodik és szétterül.

Magyarázat:

A vízmolekulában két poláros O-H-kötés található, míg az etanol molekulájában csupán egy O-H-csoport van, ebből következik, hogy a víz polárosabb az alkoholnál. Ezt támasztják alá a 25 °C-on megadott dipólusmomentumértékek (debey mértékegységben): 1,69 az etanolé és 1,89 a vízé.

Az üveglap is meglehetősen poláros, mert rengeteg Si=O-kötés emelkedik ki a felszínéből. Ebből az következik, hogy az adhéziós erők az üveglap és a két folyadék között erősek. A folyadékmolekulák között ható kohéziós erők a víz esetében nagyobbak, mivel polárosabb az etanolnál és nagyobb a hidrogénkötések relatív mennyisége, mint az etanolban. Tehát a víz azért marad csepp alakú, mert a kohéziós erők nagyobbak az adhéziós erőknél. Az etanol ellenben fordítva viselkedik, mert a kohéziós erők gyengébbek az adhéziós erőknél.

A kísérlet második részében észlelt „cseppvándorlást” többféleképpen is magyarázhatjuk. A vízben uralkodó kohéziós erők nagy felületi feszültséget eredményeznek, ezért a csepp igyekszik megtartani eredeti formáját, amit úgy ér el, hogy elmozdul az etanolcsepp elől.

A második magyarázat szerint a hidrogénkötések sokkal erősebbek a vízcseppben, mint az etanolcseppben, tehát a vízmolekulák lényegesen erősebben kötődnek egymáshoz. Vagyis a víz nagy felületi feszültsége kinetikus gátja a két csepp keveredésének.

A kísérlet utolsó részében a keveredés elkerülhetetlen, így a kohéziós erők erősen lecsökkennek, míg az adhéziós erők nagyjából azonosak maradnak, emiatt szétterül a csepp.

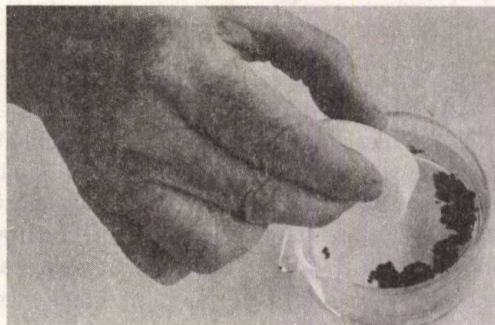
2. A víz felületi feszültségének csökkentése

Szükséges anyagok: víz, valamilyen nem nedvesedő anyag (pl. hintőpor), szappan.

Eszközök: petricsésze, írásvetítő.

Végrehajtás:

Az írásvetítőre helyezett petricsészébe vizet töltünk, majd a fent említett nem oldódó por-szerű anyagot a vízfelszínre szórjuk. Ezután a vízfelszín közepét a szappannal megérintve azt tapasztaljuk, hogy a felületre szórt anyag szétterjed, azonnal kiszorul az edény pereme felé.



Magyarázat:

Több elmélet is létezik, amellyel értelmezni lehet a látottakat. A leggyakrabban azt állítják, hogy a szappan lecsökkenti a víz felületi feszültségét az oldódás helyén. Mivel a vonzóerők a vízmolekulák között nagyobbak, mint a szappan és a vízmolekulák között, a közepén lévő vízmolekulákat a külső régióban lévők elhúzzák, miközben a porszemcséket magukkal viszik.

Egy másik megközelítés is lehetséges. A szappanmolekuláknak egy hosszú, apoláris „farki” és egy kisebb, poláris „feji” részük van. Vajon nem lehetséges az, hogy a porszemcsék gyors mozgása a középpontból a szélek felé a szappanfilm szétterjedésének köszönhető? Ebből a szempontból nézve ugyanis inkább a szappanmolekulák lökdösi szét a vízmolekulákat a középpontból.

Mindkét magyarázat elfogadhatónak látszik, de hogy lehet eldönteni, hogy melyik a helyes? El kell végeznünk még egy kísérletet.

3. A víz felületi feszültségének csökkentése más módon [6]

Szükséges anyagok: etanol, víz, valamilyen ételfesték.

Eszközök: nem nedvesedő felület, szemcsep-pentő.

Végrehajtás:

A nem nedvesedő felületre vékony vízfílmel viszunk fel. A jobb láthatóság kedvéért megfestjük ételfestékkel. Fontos, hogy vékony legyen a vízréteg. Ezek után egy-két csepp etanolt helyezünk (óvatosan, a csobbanás elkerülendő) a vízfelszínre. A vízfelület azonnal szétterjed, a középső régiót szárazon hagyva.

(Ha fóliát használunk, ez a kísérlet is alkalmas írásvetítővel történő bemutatásra.)

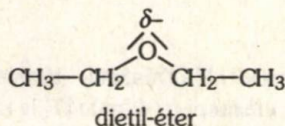
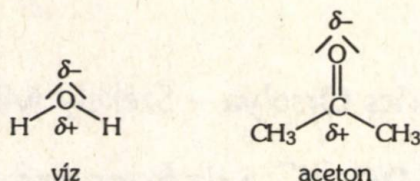
Magyarázat:

Most már eldönthetjük az előbbi kérdést. A vízmolekulák azért mozdulnak el a középpontból, mert egyenlőtlen húzóerő hat rájuk.

A felületi feszültség értékét jelentősen befolyásolja a másodlagos kötőerők milyensége. Ennek szemléltetésére hasonlítsuk össze a következő adatokat!

	víz	aceton	dietil-éter
felületi fesz. (N/m)	0,072	0,024	0,010

A sorból kiemelkedik a víz felületi feszültségének az értéke. Ez érthető, hiszen az erős hidrogénkötésekhez hozzájárul a jelentős dipólus-dipólus kölcsönhatás. Az aceton- és étermolekulák között csak dipólus-dipólus kötés alakulhat ki, amely az aceton esetében az erősebb. Ennek a magyarázatát úgy adhatjuk meg, ha felrajzoljuk a molekulák szerkezetét a kötő és nemkötő elektrópárok feltüntetésével:



Az éter esetében hivatkozhatunk arra, hogy az oxigénatom két oldalán hosszabb a két szénlánc, vagyis apolárisabb a molekula, következésképp gyengébb az étermolekulák közötti kölcsönhatás, mint az aceton esetében.

A hidrogénkötések erőssége a részecskék minőségétől függően különböző lehet. Erre látunk példát a víz és az alkohol felületi feszültségének összehasonlításakor.

Minthogy a szerves kémiai tankönyv [7] is csak a forráspontértékek összevetésével érzékelteti az oxigéntartalmú szerves vegyületek molekulái között fellépő eltérő erősségű kölcsönhatásokat, így e témakör tárgyalását is ki lehet egészíteni a leírt kísérletekkel.

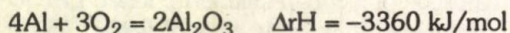
Irodalom

- [1] Vermes: Fizika I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.
- [2] Boksay és társai: Kémia I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.
- [3] Hobinka: Kémia I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.
- [4] Rózsahegy-Wajand: 575 kísérlet a kémia tanításához Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.
- [5] Todd P. Silverstein: Polarity, Miscibility, and Surface Tension of Liquids. Journal of Chemical Education. March 1993. Vol. 70.
- [6] Paul G. Jaisen and Glenn Barnett: Lowering the Surface Tension of Water. Journal of Chemical Education. March 1993. vol. 70.
- [7] Kajtár-Varga: Kémia II. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.

Kovács Orsolya – Székely Mihály

2500 °C virágcserepben¹

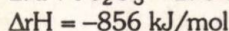
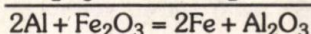
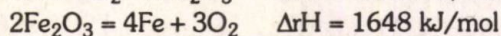
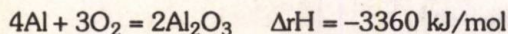
A fémek előállításának tárgyalásakor a gimnáziumi tankönyv [1] is megemlíti a **termitreakciót**, amelyet főként magas olvadáspontú fémek előállítására használnak. Az alumínium oxigénnel szemben mutatott reakciókészsége olyan nagy, hogy a nehezen redukálható fém-oxidokból is elvonja az oxigént, azaz erélyes redukálószer. Az alumínium oxidációja erősen **exoterm** folyamat:



A d-mező elemei közül jó néhányra érvényes az, hogy magas az olvadáspontja, és oxidja általában szénnel nem redukálható, mert jelentős mértékű karbidképződés is végbemegy [2]. Így először tiszta vanádiumot, krómot, mangánt, cériumot és számos földfém csak a **Goldschmidt** által 1894-ben kidolgozott aluminotermiás eljárással tudtak ipari méretben előállítani.

A gimnáziumi tankönyvben sajnos nem szerepel az egyik leglátványosabb demonstrációs kísérlet, a termitreakció leírása. A legközségesebb aluminotermiás eljárás: a vas (III)-oxid és alumínium reakciójának receptje megtalálható a jelentősebb praktikumokban [3]. Ezt a reakciót régebben vasúti sínek hegesztésére is használták, mert a hőmérséklet eléri a 2500 °C-ot és fehéren izzó, folyékony, tiszta vas keletkezik, amely a varratot létrehozza.

A megfelelő képződéshők ismeretében [4] kiszámíthatjuk a reakcióhőket:



A többi átmenetifém-oxid és alumínium közötti reakció kivitelezésére az említett kísérleti kézikönyv [3] sem tartalmaz leírást, ezért kidolgoztuk a termitreakció végrehajtását V_2O_5 , Cr_2O_3 és MnO_2 anyagokból kiindulva.

Szükséges anyagok: 9 g V_2O_5 és 6 g Al-por, vagy 3,5 g Cr_2O_3 és 1,25 g Al-por, illetve 9,6 g MnO_2 és 4 g Al-por; a gyújtókeverékhez 1 g kálium-permanganát és 1 csepp glicerin.

Szükséges eszközök: konzervdoboz, virágcserep, vas háromláb, homokkal teli tál, vízzel teli fémtál, vegyszeres kanál, mérleg, porcelánmozsár, csepegtető.

Végrehajtás:

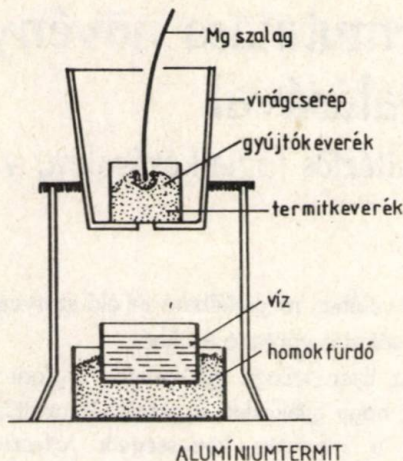
A porcelánmozsárban alaposan összekeverjük a termitkeverék táramérlegesen kimért két alkotórészét, majd a keveréket a konzervdobozba szórjuk. A keverék közepébe bemélyedést készítünk, ahová az előzetesen elporított kálium-permanganátot helyezünk. A konzervdobozt a vasháromlábba állított virágcserep közepébe tesszük, a vasháromláb alá homokkal telt tálat helyezünk, amelynek a közepén vízzel telt fémedény van.

A kísérletet lehetőleg jól húzó fülke alatt végezzük!

Cseppentsünk 1 csepp glicerint a kálium-permanganát közepére, majd lépünk hátra! Néhány másodperc után heves szikrázás indul meg, majd 20-30 cm magas lángot látunk. A cserep nyílásán át izzó fém csöpög a vizes tál-

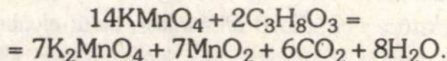
¹ A cikk az MKM KTF 320/94. számú pályázaton elnyert összeg támogatásával készült.

ba. A víz felforr, sőt elbomlik a magas hőmérsékleten, az így keletkező durranógáz meg is gyulladhat.

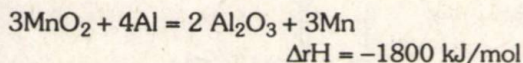
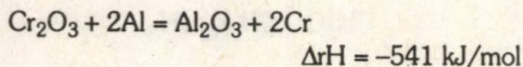
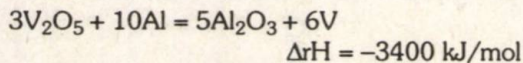


Magyarázat:

A kálium-permanganát és a glicerín között a következő exoterm reakció megy végbe:



A felszabaduló hőtől megindul a fém-oxid és az alumínium közötti, ugyancsak exoterm reakció. Azt már láttuk, hogy az alumínium-oxid képződéshője: -1680 kJ/mol . A vanádium-pentoxidé -1700 kJ/mol , a dikkromtrioxidé: -1139 kJ/mol , a mangán-dioxidé: -520 kJ/mol . A képződéshők ismeretében kiszámíthatjuk a reakcióhők értékeit:



A fém-oxidok moláris tömegének ismeretében azt is kiszámíthatjuk, hogy 1-1 grammjuk aluminotermiás redukciója mennyi hőt termel.

A moláris tömegek értékei:

$$M(\text{V}_2\text{O}_5) = 192 \text{ g/mol},$$

$$M(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 152 \text{ g/mol},$$

$$M(\text{MnO}_2) = 87 \text{ g/mol},$$

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ g/mol}.$$

A számolás azt eredményezi, hogy a legnagyobb hő, pontosan 6896 J felszabadulása 1 g MnO_2 redukcióját kíséri. És valóban, bár mind a négy kísérlet igen látványos fény- és hőjelenséggel jár, a legnagyobb fényességet a MnO_2 redukciójánál látjuk. Ezt követi a V_2O_5 , amelyből 1 g -nak a redukcióját 5902 J hőváltozás kíséri, nem sokkal kevesebb az 1 g Fe_2O_3 redukálásakor felszabaduló 5350 J energia, a legkevésbé exoterm reakció a Cr_2O_3 és Al reakciója, itt 3559 J hő jut 1 g -nyi fémoxidra.

A szép, látványos kísérleteket javasoljuk bemutatásra a termokémia tanításakor, továbbá a fémek előállításának tárgyalásakor vagy a d-mező fémeinek feldolgozásakor.

Irodalom

- [1] Boksay-Csákvári-Könyáné: Kémia III: osztály. Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.
- [2] Bodor: szerves kémia (I). Tankönyvkiadó, Budapest, 1983.
- [3] Rózsahegyi-Wajand: 575 kísérlet a kémia tanításához. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.
- [4] CRC Handbook of chemistry and physics. CRC Press, 1994.

Nárai Gábor

Elválasztási módszerek bemutatása növényi eredetű anyagok felhasználásával

(Ajánlott gyakorlatok szakköri és fakultációs foglalkozásokra, valamint szakirányú képzéshez)

Az ELTE Szerves Kémiai Tanszékén 1994-ben készült diplomamunkám témája olyan foglalkozássorozat kidolgozása volt, amely segítségével lehetőség nyílik a fontosabb és középiskolában is megvalósítható fizikai anyagelválasztási módszerek bemutatására. A gyakorlatokon közismert természetes eredetű szénvegyületek kivonása történik könnyen hozzáférhető növényi anyagokból. A vegyületek izolálása során bemutathatóak az egyes elválasztási módszerek.

A gyakorlatok bevezethetőségét III. osztályos gimnazistákkal ellenőriztem az ELTE Trefort Ágoston Gyakorlógimnáziumban, másfél óra időtartamú, fakultációs foglalkozások keretében. A tanulókkal végzett kísérleti munka bebizonyította, hogy a foglalkozások középiskolai keretek között is megvalósíthatók. Ugyanakkor az is kiderült, hogy a gyakorlatok jelentős tanári előkészületeket igényelnek, ha azokat másfél órás időkeretben kívánjuk elvégeztetni. Célszerűnek tartom, hogy a foglalkozásokon legfeljebb hat fő vegyen részt, akik párosával dolgoznak. Nagyobb létszámú csoport kialakítását a biztonságos munka érdekében nem javaslom.

A foglalkozásokat olyan tanulóknak ajánlom, akik már rendelkeznek szerves kémiai alapismeretekkel. Így a gyakorlatok során szemléletesen bizonyítani lehet, hogy a tan-
könyvekben szereplő szerves vegyületek nagy

része valóban megtalálható az élő szervezetekben, sőt ki is vonható azokból.

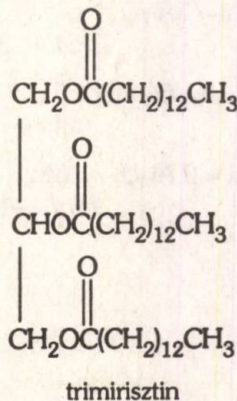
Az ilyen jellegű gyakorlatok legfontosabb célja, hogy gyakorlati ismereteket nyújtsanak, ezért a manuális képességeik fejlesztésére olyan tanulóknak is javaslom elvégzésüket, akik nem érznek elhivatottságot a kémia iránt.

A következőkben a gyakorlatok receptszerű leírását adom meg. Az egyes vegyületek kinyerésére vonatkozó leírásokon belül elválasztom azokat a részeket, amelyek egy-egy alkalommal elvégezhetőek, és olyan köztes termék előállításához vezetnek, amely a következő foglalkozásig bomlás nélkül megőrizhető.

A munkavédelmi, balesetvédelmi, tűzvédelmi és környezetvédelmi előírásokat értelemszerűen be kell tartani!

A kísérletek leírása

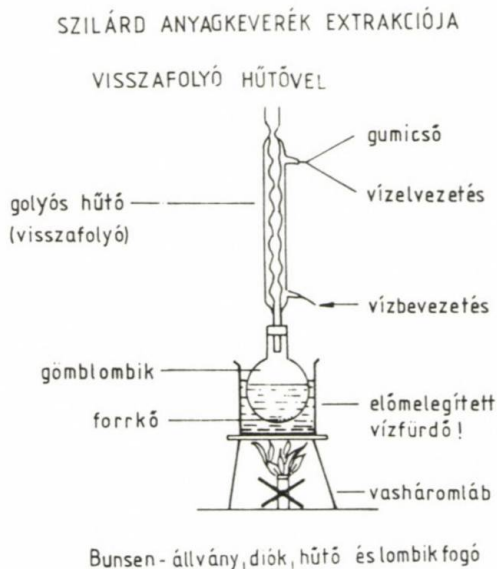
1. Trimirisztin kivonása szerecsendióból



A trimirisztin a neutrális zsírok (trigliceridek) közé sorolható vegyület, amelyben a glicerín mindhárom hidroxilcsoportja mirisztinsavval (14 szénatomos, telített zsírsav) észteresített.

Eljárás:

A) Öröljünk meg 3 db szerecsendiót diódarálással! Egy 250 cm³-es gömb lombikban a szerecsendió-örleményhez adjunk 75 cm³ dietilért és 2-3 darabka forrkövet! Ezután csatlakoztassunk a lombikhoz visszafolyó állású hűtőt az 1. ábrának megfelelően.

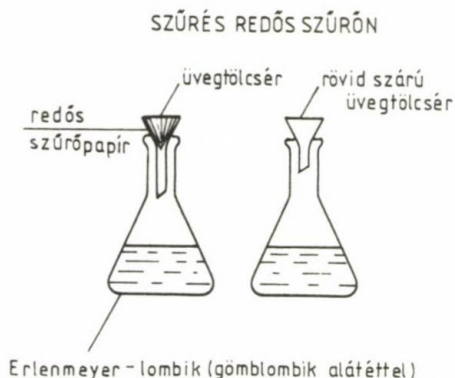


1. ábra

Forraljuk a keveréket a berendezésben 15-20 percig előre melegített vízfürdő segítségével! **Az éterrel rendkívül körültekintően kell dolgozni!**

Az éter az örleményből kioldja a lipideket (trimirisztin és a szerecsendió illóolájának terpénkomponensei).

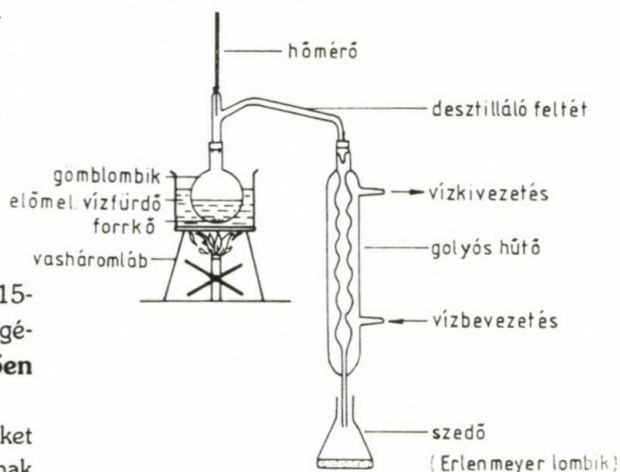
Ezután a szobahőmérsékletre lehűlt keveréket redős szűrőn keresztül szűrjük egy 100 cm³-es lombikba (2. ábra).



2. ábra

5 cm³ éterrel öblítsük ki a 250 cm³-es gömb lombikot, és az öblítőszerszeggel mossuk át a szűrőn maradt szilárd anyagot! Ezt követően adjunk a 100 cm³-es gömb lombikban lévő éteres lipidoldathoz 2-3 darabka forrkövet, majd desztilláljuk le az étert **előre melegített vízfürdő** alkalmazásával egy széles szájú, 100 cm³-es Erlenmeyer-lombikba a 3. ábrán látható, közönséges desztillációs berendezéssel.

KÖZÖNSÉGES DESZTILLÁCIÓ LESZÁLLÓ-HŰTŐVEL



Bunsen-állványok, diók, lombikfogók, hűtőfogók, gumicsövek

3. ábra

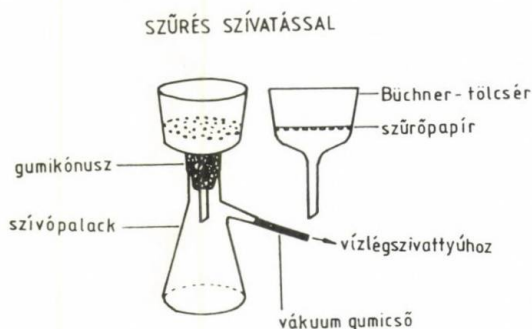
A szedőlombik száját laza vattatömítéssel lássuk el!

A desztillációs maradékként kapott szerecsendió-zsír (trimirisztin, terpének) a következő foglalkozásig megőrizhető.

B) Az előző művelet során kapott szerecsendió-zsírhoz adjunk 10 cm³ acetont és 2-3 darabka forrkövet! Ezután a lombik tartalmát az 1. ábrán szereplő berendezés alkalmazásával, **előre melegített vízfürdőn** forraljuk pár percig óvatos rázogatós közben, hogy a szerecsendió-zsír feloldódjon az acetonban. A kapott oldatot szűrjük le még melegen, rövid szűrő üvegtölcsérben elhelyezett, redős szűrőn keresztül egy 100 cm³-es Erlenmeyer-lombikba (2. ábra) az esetlegesen jelen lévő szilárd szennyeződések eltávolítására. Hűtsük le a szűrletet jeges-vizes fürdővel!

A hűtés hatására a trimirisztin kikristályosodik az oldatból, az illóolaj terpénkomponensei pedig feloldva maradnak.

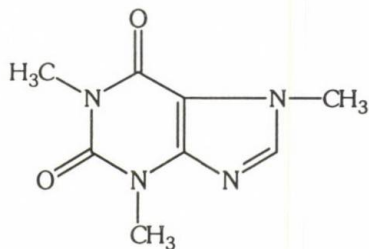
A kivált trimirisztin-kristályokat szivatással szűrjük le kisméretű Büchner-tölcsér, szívópalack és vízlégszivattyú segítségével (4. ábra)!



4. ábra

A szűrőn maradt csapadékot 20 cm³ jéghideg acetonnal mossuk át! Óraüvegen szétterítve, szűrőpapírral letakarva szárítsuk meg a fehér színű terméket!

2. Koffein kivonása teából



koffein

A koffein a purinvázis alkaloidok közé sorolható vegyület.

Eljárás:

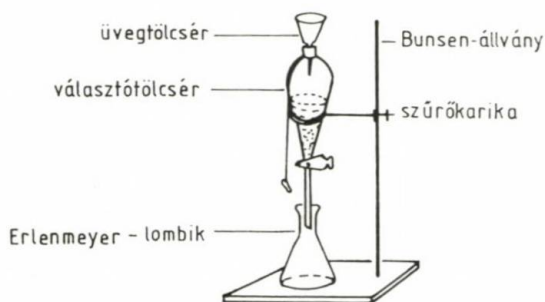
A) Tegyük kb. 50 g tealevelet, 35 g nátrium-karbonátot és 300 cm³ desztillált vizet egy 500 cm³-es Erlenmeyer-lombikba. Vasháromlábos elhelyezett agyagos dróthálóra állítva hevítjük a lombik tartalmát forrásig Bunsen-égő segítségével, közben üvegbottal keverjük.

A víz kioldja a tea koffeintartalmát. A nátrium-karbonát gátolja az egyéb anyagok (pl. tanninok) oldatba kerülését.

Hűtsük le jeges-vizes fürdővel a lombik tartalmát, majd szivatással szűrjük le nagyméretű Büchner-tölcsér alkalmazásával (4. ábra)! Eltömődés esetén szűrőpapírcserével folytassuk a szűrést. Az egyesített, kb. 100 cm³ szűrletet extraháljuk 4 × 20 cm³ kloroformmal egy 250 cm³-es választótölcsérben (5. ábra).

A koffeint az extrakcióval a vizes fázisból kloroformos fázisba oldjuk át. Az alsó, kloroformos fázisokat gyűjtjük össze egy másik 250 cm³-es választótölcsérben, majd extraháljuk 2 × 50 cm³ desztillált vízzel a vízben oldható szennyeződések eltávolítására, és ezt követően 2 × 50 cm³ telített nátrium-klorid-oldattal a kloroformos fázisba került víz egy részének eltávolítására. A víztartalom teljes kivonására a kapott kloroformos oldatot kristályvízmentesített nátrium-szulfáttal szárítsuk meg egy csiszolt dugós, 100 cm³-es Erlenmeyer-lombikban.

OLDAT EXTRAKCIÓJA

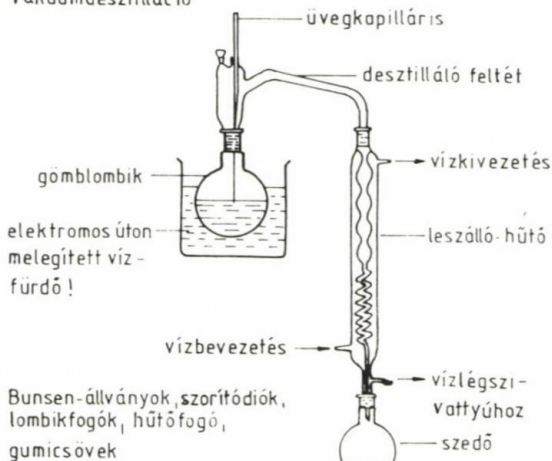


5. ábra

B) A szárítószert tartalmazó, kloroformos oldatot szűrjük le redős szűrőn keresztül egy 100 cm³-es gömbloblikba (2. ábra)! A gömbloblik tartalmát pároljuk be csökkentett nyomáson, vákuumdesztillációs berendezésben (6. ábra)!

Bunsen-állvány, szűrőkarika, óraüveg

Vákuumdesztilláció



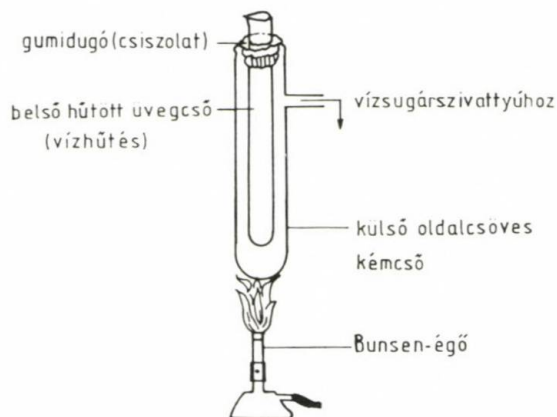
6. ábra

Adjunk 5 cm³ benzolt a 100 cm³-es gömbloblikban lévő bepárlási maradékhoz, és visszafolyó hűtős berendezésben (1. ábra), előre melegített vízfürdő alkalmazásával a szilárd anyagot oldjuk fel óvatos rázogatós közben! Csepegtessünk a még meleg, benzolos

oldathoz petrolétert, míg opálössz nem válik, majd hűtsük le jeges vízzel. A kivált nyerskoffein-kristályokat szivattással szűrjük le kis méretű Büchner-tölcsért használva (4. ábra).

C) A koffein-nyersterméket helyezük el egy, a 7. ábrán láthatóhoz hasonló, vákuumszublimációs berendezés külső üvegcsővébe!

VÁKUUMSZUBLIMÁCIÓS BERENDEZÉS

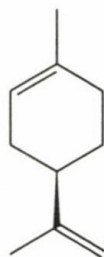
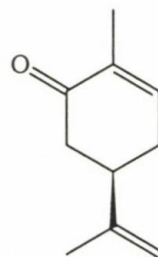


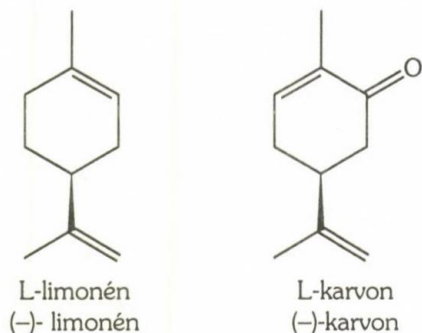
Bunsen-állvány, díó, lombikfogók, védőszemüveg

7. ábra

A vázlégsvákuum beindítása után a nyers-termet Bunsen-égő segítségével szublimál-tassuk! A szublimáltatott koffeint spatula segítségével vigyük óraüvegre!

3. D-limonén és D-karvon kivonása köményből

D-limonén
(+)-limonénD-karvon
(+)-karvon



A limonén és a karvon a monoterpének vegyületcsoportjához tartozik. Szerkezeti felépítését tekintve a limonén szénhidrogén, a karvon pedig keton. A kömény illóolajában mindkét vegyület jobbra forgató enantiomerje fordul elő.

Eljárás:

A) Helyezzünk el kb. 50 g köménymagot és 200 cm³ desztillált vizet egy 500 cm³-es gömblombikban! Desztilláljuk a lombik tartalmát 1 óráig Bunsen-égő segítségével, a 3. ábrán megadott közönséges desztillációs berendezésben (tulajdonképpen vízgőzdesztilláció történik). Szedőként használunk jégbe hűtött, oldalszáras gömblombikot. A D-limonén és a D-karvon, más illóolaj-terpénkomponensekhez hasonlóan vízgőzzel desztilláltható.

A desztillátumot öntsük egy 100 cm³-es választótölcsérbe, és adjunk hozzá 15 g szilárd nátrium-kloridot! Extraháljuk a választótölcsér tartalmát 2 × 20 cm³ kloroformmal (5. ábra)! Az egyesített kloroformos oldatot vízmentes nátrium-szulfáttal szárítsuk meg egy 100 cm³-es, üveg dugós Erlenmeyer-lombikban!

B) A szárítószert tartalmazó, kloroformos oldatot szűrjük le redős szűrőn keresztül egy 100 cm³-es gömblombikba (2. ábra)! A gömblombik tartalmát csökkentett nyomáson, vákuumdesztillációs berendezésben (6. ábra)

pároljuk be! A bepárlási maradékként kapott köményolajat a következő foglalkozásig leforrasztott ampullában, hűtőszekrényben tároljuk.

C) A köményolajból 1 cseppet ampullába viszünk, és 1 cm³ diklórmetánnal felhígítjuk. Vékonyréteg-kromatográfiás vizsgálat:

A fenti diklór-metános oldatból vigyünk fel két helyre, egymás mellé üvegkapilláris segítségével egy-egy cseppet egy-egy 4 × 8 cm-es, Art. 5748 Merck, fluoreszcens indikátort nem tartalmazó, műanyag hátlapú, szilikagél vékonyréteg-lemezre, az aljától 1 cm-re! A felvitt minták beszáradása után a kromatogramok kifejlesztésére tegyük a lapokat olyan zárt üvegedénybe, amelybe előzetesen annyi kloroformot öntöttünk, hogy annak felszíne 0,5 cm-re közelíti meg a felvitt anyagfoltokat. Ha az oldószerfront a lemezek tetejét 1 cm-re megközelítette, vegyük ki őket a futtatóedényből. Száradás után az egyik kromatogram foltjainak előhívását jódkamrában hajtsuk végre, a másik lemezt pedig 2,4-dinitro-fenilhidrazin-reagenssel permetezzük be! Jódgőzzel a köményolaj valamennyi komponensének foltja láthatóvá válik, a keton funkciós csoportot kimutató 2,4-dinitro-fenilhidrazin-reagens azonban csak a D-karvon foltját teszi láthatóvá, narancssárga színnel.

Retenciósfaktorok:

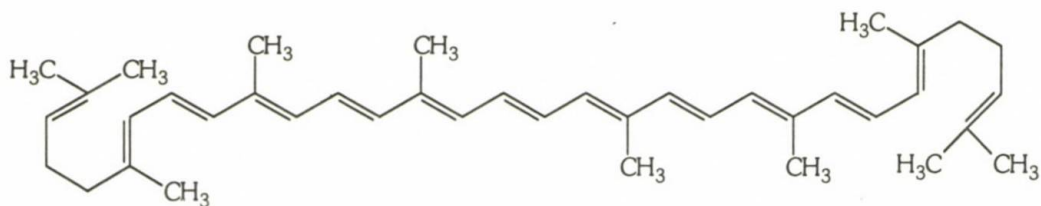
$$R_f(\text{D-limonén}) = 0,77 \pm 0,05$$

$$R_f(\text{D-karvon}) = 0,51 \pm 0,05.$$

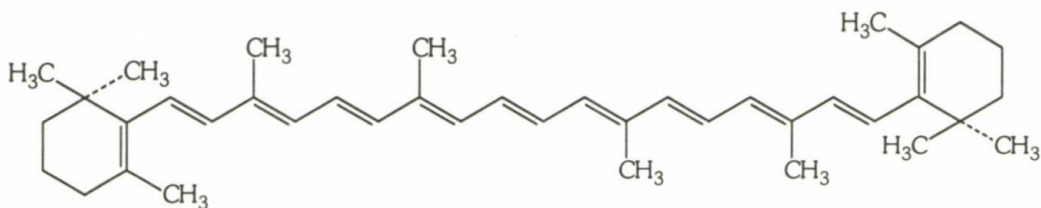
Megjegyzem, hogy kisebb R_f -értékekkel, a felviteli koncentrációtól függően, más foltok is megjelenhetnek a kromatogramon.

A 2,4-dinitro-fenilhidrazin-reagens készítése: 0,4 g 2,4-dinitro-fenilhidrazint 100 cm³ 2 M HCl-ben oldunk fel.

4. Likopin és β -karotin kivonása paradicsompüréből



likopin

 β karotin

Ezen vegyületek a karotinok közé sorolhatók, mivel szénhidrogén-karotinoidok.

Eljárás:

A) Tegyük kb. 10 g paradicsompürét egy 100 cm³-es Erlenmeyer-lombikba! Ezután keverjük össze a pürét 15 cm³ 96 %-os etanollal a víztartalom egy részének eltávolítására, majd dekantáljuk az alkoholos extraktumot üvegtölcsérben elhelyezett vattán keresztül egy 25 cm³-es főzőpohárba! A lombikban maradt szilárd anyagot nyomkodjuk ki spatulával, és az így nyert extraktumot is dekantáljuk a vattán keresztül! A folyadéktartalom kinyomkodása után a vattát helyezzük a szilárd maradékot tartalmazó lombikba! A karotinoidok kioldása érdekében keverjük össze az így kapott csökkentett víztartalmú paradicsompürét

2 × 10 cm³ kloroformmal! Ezután dekantáljuk a kloroformos extraktumokat üvegtölcsérben elhelyezett vattán keresztül egy 100 cm³-es választótölcsérbe. A kloroformos oldatot 20 cm³ telített nátrium-klorid-oldattal extraháljuk a kloroformos fázisba került víz egy részének eltávolítására (5. ábra).

Az alsó, kloroformos fázist rázzuk össze vízmentes magnézium-szulfáttal egy 100 cm³-es, üveg dugós Erlenmeyer-lombikban. A vízmentesített kloroformos oldatot szűrjük le redős szűrőn keresztül (2. ábra), majd a szűrletet vákuumban pároljuk be (6. ábra)! A bepárlási maradékként kapott karotinoid keveréket oldjuk fel 1-2 cm³ toluolban! A toluolos oldatot helyezzük hűtőszekrénybe a következő foglalkozásig!

B) Vékonyréteg-kromatográfiás vizsgálat:

A toluolos karotinoid-oldatból vigyünk fel két mintát egymás mellé üvegapilláris segítségével egy 4×8 cm-es, Art. 5748 Merck, fluoreszcens indikátort nem tartalmazó, műanyag hátlapú, szilikagél vékonyréteg-lemezre, az aljától 1 cm-re! A felvitt minták beszáradása után a kromatogram kifejlesztésére diklórmétán-hexán 3 : 10 V/V elegyet használjunk! Ha az oldószerfront a lemez tetejét 1 cm-re megközelítette, vegyük ki a lapot a futtatókádból! Színes anyagoknál – mint jelen esetben is – külön előhívószere nincs szükség.

Retenciósfaktorok:

$R_f(\beta\text{-karotin}) = 0,65 \pm 0,03$ (sárga)

$R_f(\text{likopin}) = 0,54 \pm 0,05$ (vörös)

$R_f(\text{xantofill}) = 0,32 \pm 0,01$ (sárga).

Irodalom

- [1] Nárai Gábor: Növényi és állati eredetű természetes anyagok alkalmazhatóságának vizsgálata a középiskolai oktatásban. Diplomamunka, Budapest, 1994. Megtalálható: ELTE Szerves Kémiai Tanszék, könyvtár
- [2] G.D.Beal, H.T.Clarke, E.R.Taylor: Trimyristin, Organic Syntheses, Collective Volume I., John Wiley and Sons Inc. New York, 1946. 538-541.
- [3] F.Frank, T. Roberts, J. Snell, C.Yates, J. Collins: Trimyristin from Nutmeg. Journal of Chemical Education. 48. 255-256. 1971.
- [4] David C. Eaton: Laboratory Investigations in Organic Chemistry USA. Mc Graw-Hill Book Company, 1989. 524-525.
- [5] Rod O'Connor: Natural Product Chemistry. J.Chem. Educ. 42. 1965. 492-495.
- [6] R.H.Mitchell, W.A.Scott, P.R. West: The Extraction of Caffeine from Tea. J. Chem. Educ. 1. 1974. 69.
- [7] David C. Eaton: Laboratory Investigations in Organic Chemistry USA. Mc Graw-Hill Book Company, 1989. 345-347., 350-352.
- [8] David C. Eaton: Laboratory Investigations in Organic Chemistry USA. Mc Graw-Hill Book Company, 1989. 224-236.
- [9] H. Dupont Durst – George W.Gokel: Experimental Organic Chemistry USA. Mc Graw-Hill Book Company, 1987. 114-117., 157.
- [10] Harold T. McKone: The Rapid Isolation of Carotenoids from Foods. J. Chem.Educ. 56. 1979. 676.
- [11] David C. Eaton: Laboratory Investigations in Organic Chemistry USA. Mc Graw-Hill Book Company, 1989. 169-172.

Kémia fejtörő



Összeállította: Kószó Katalin és Péntek Lászlóné

Helyesbítés!

A lap előző szeptemberi számában két beküldési határidőt adtunk meg (okt. 15. ill. okt. 31.). A megoldásokat természetesen a későbbi határidőig (okt. 31.) fogadtuk el. A pontszámokról telefonon érdeklődni lehet 1 hónap elteltével.

A telefonszám helyesen: (62) 451-115 Kószó Katalin.

1. forduló megoldása

1. A víz

- Ásványvíz:** Olyan természetes forrásvíz, amelyben legalább 0,1 % só, sokszor még szén-dioxid is (legalább 250 mg/kg) oldódik.
- Termálvíz:** olyan ásványvíz, amelynek hőmérséklete – függetlenül ásványianyag koncentrációjától – 20 °C-nál magasabb.
- Kristályvíz:**
1. a kristályrácsba beépülő víz (pl. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
 2. a szénsavval telített, palackozott ásványvizek kereskedelemben használatos neve
- Szódavíz:** a mesterséges szénsavas víz megnevezése.
- Desztillált víz:** A víz desztillálásakor a benne oldott gázok eltávoznak, az oldott szilárd anyagok pedig visszamaradnak a desztillálóedényben. A szedőben felfogott folyadék semmiféle idegen anyagot nem tartalmaz.
- Ioncserélt víz:** a természetes víz keménységét okozó Ca- és Mg-ionjait ioncserélő anyaggal H- vagy Na-ionokra cserélik, az így lágyabbá tett víz az ioncserélt víz.
- Lágy víz:** olyan természetben előforduló víz, amely legfeljebb 1,4 mmol/dm³ kalcium- és magnéziumsót tartalmaz.
- Kemény víz:** olyan természetben előforduló víz, amely legalább 3,2 mmol/dm³ kalcium- és magnéziumsót tartalmaz.

<i>Ívóvíz:</i>	háztartási és élelmiszeripari célokra szolgáló víz, amely közepesen kemény és kórokozó baktériumoktól mentes.
<i>Esővíz:</i>	csapadékból származó lágy víz.
<i>Tengervíz:</i>	a világtengerek (óceánok) vize, aminek összes oldottanyag-tartalma 3,3-3,75 % között ingadozik. A perem- és beltengerek között sokkal nagyobb a különbség (Keleti-tenger 1 %, Holt-tenger 30 %).
<i>Királyvíz:</i>	a tömény salétromsavnak és a tömény sósavnak 1 : 3 arányú, az aranyat és a platínát is oldó elegye.
<i>Hűtővíz:</i>	motorok, műszaki berendezések stb. hűtésére használt víz.
<i>Gyógyvíz:</i>	az ásványvizek közül az ásványianyag-tartalom miatt az egészséget javító, gyógyító hatású víz.
<i>Nitrátos víz:</i>	a salétromsav sóit pl. a túlzott műtrágyaadagolás miatt az átlagostól nagyobb mértékben tartalmazó természetes víz.
<i>Meszes víz:</i>	kalcium-hidroxid-oldat.
<i>Kondenzvíz:</i>	a vízgőz kondenzációjakor (lecsapódáskor) keletkező, folyékony halmazállapotú víz.
<i>Választóvíz:</i>	a tömény salétromsav, amely az aranyat nem oldja.
<i>Nehézvíz:</i>	a hidrogén helyett nehézhidrogént (deutériumot) tartalmazó víz. A nehézhidrogén atommagjában egy proton és egy neutron található.
<i>Vízgáz:</i>	40 % szén-monoxid és 50 % hidrogén mérgező gázelegy. Ipari tüzelőanyag és tisztítás után vegyipari alapanyagként használják. Izzó szén és vízgőz reakciójával állítják elő.
<i>Vízkö:</i>	edény, vízcső stb. falán a vízben oldott anyagok kicsapódásából keletkezett szilárd réteg.
<i>Vízgőz:</i>	Légnemű halmazállapotú víz.
<i>Vízpára:</i>	a vízgőz részleges lecsapódásakor keletkező légnemű és apró cseppeket tartalmazó víz.
<i>Vízüveg:</i>	nátrium-szilikát vizes oldata, sűrű folyadék, amelyet lángmentesítőként, ragasztóként stb. használnak.

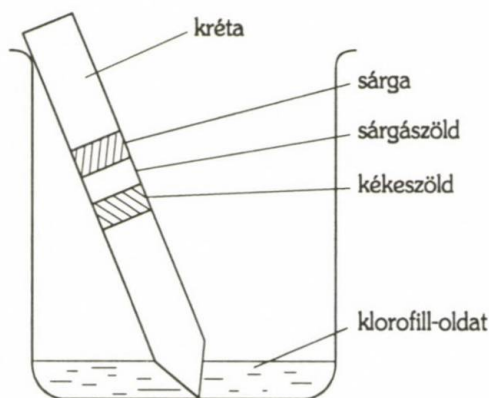
2. Démokritosz elképzelése szerint az anyag igen apró részecskékből épül fel. Ezen részecskék olyan kicsinyek, hogy tovább már nem oszthatók. Innen származik az atom elnevezés. (Az atom görög eredetű szó, oszthatatlant jelent.) Az atomok alakja, mérete, helyzete, sebessége különböző. A világ sokfélesége az atomok kapcsolatából és mozgásából alakul ki. Démokritosz évszázadokkal előzte meg korát, eszméit talán ezért sem ismerték el kortársai.

Nem sokkal elméletének kidolgozása után eltűnt Arisztotelész árnyékában, aki az atomokról szóló elméletét semmire sem becsülte és élesen harcolt ellene.

Arisztotelész nézete szerint az „őanyag” csak akkor észlelhető, ha alakká formálódik. Úgy vélte, hogy a világ négy őselemből, a tűzből, a vízből, a levegőből és a földből keletkezett. E négy elem egymástól négy tulajdonságban – meleg, hideg, száraz, nedves – különbözik, ugyanakkor egymással kapcsolatban is van. Az egyik elemből a másikba az összekötő tulajdonságon keresztül lehetséges átmenet. Eközben csupán az anyag formája változik. Feltételezte azt is, hogy az anyag akármeddig osztható és minden rész azonos összetételű a kiinduló egésszel.

Arisztotelész eszméi a tudományos fejlődés következő lépcsőfokának, az alkémiának filozófiai bázisává váltak.

3. Tapasztalat:



Magyarázat: a klorofillt különböző szerkezetű színes vegyületek alkotják. Ezek adszorpciós képessége eltérő (adszorpció = felületi megkötés). A krétán, mint adszorbensen a legmagasabbra vándorol a sárga karotin és a xantofil. A sárgászöld klorofill B jobban kötődik az adszorbenshez, ezért az előző sáv alatt helyezkedik el. A kékeszöld klorofill A teszi meg a legkisebb utat, már a kréta alján megkötődik. Az ilyen kromatográfiás módszerrel több vegyületből álló keverékeket lehet szétválasztani. Ezt az elválasztást a komponensek eltérő adszorpciós képessége teszi lehetővé.

- | | | | |
|---------|-------|-------|-------|
| 4. 1. E | 6. D | 11. F | 16. F |
| 2. D | 7. A | 12. F | 17. D |
| 3. B | 8. C | 13. E | 18. A |
| 4. D | 9. B | 14. D | 19. B |
| 5. A | 10. F | 15. C | 20. A |

5. $a = 6,5 \text{ m}$

$b = 3,5 \text{ m}$

$c = 3 \text{ m}$

$V = a \cdot b \cdot c = 6,5 \text{ m} \cdot 3,5 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} = 68,25 \text{ m}^3.$

A levegő 78 %-a nitrogén, 21 %-a oxigén, ezért:

$V_{\text{N}_2} = 68,25 \text{ m}^3 \cdot 0,78 = 53,235 \text{ m}^3,$

$V_{\text{O}_2} = 68,25 \text{ m}^3 \cdot 0,21 = 14,332 \text{ m}^3.$

$\rho_{\text{N}_2} = 1,25 \text{ g / dm}^3 = 1,25 \text{ kg / m}^3,$

$\rho_{\text{O}_2} = 1,43 \text{ g / dm}^3 = 1,43 \text{ kg / m}^3.$

$m = V \cdot \rho$ alapján

$m_{\text{N}_2} = 53,235 \text{ m}^3 \cdot 1,25 \text{ kg / m}^3 = 66,543 \text{ kg},$

$m_{\text{O}_2} = 14,332 \text{ m}^3 \cdot 1,43 \text{ kg / m}^3 = 20,495 \text{ kg}.$

28 g nitrogéngázban $6 \cdot 10^{23}$ db molekula van,

66543 g nitrogéngázban x db molekula van.

$$x = \frac{66543 \cdot 6 \cdot 10^{23}}{28} = 14259 \cdot 10^{23} \approx 1,426 \cdot 10^{27}.$$

32 g oxigéngázban $6 \cdot 10^{23}$ db molekula van,

20495 g oxigéngázban x db molekula van.

$$x = \frac{20495 \cdot 6 \cdot 10^{23}}{32} = 3842 \cdot 10^{23} \approx 3,842 \cdot 10^{26}.$$

A nitrogén- és az oxigénmolekulák száma összesen:

$$1,426 \cdot 10^{27} + 3,842 \cdot 10^{26} = 1,81 \cdot 10^{27}.$$

Az osztályteremben **összesen** $1,81 \cdot 10^{27}$ db nitrogén- és oxigénmolekula van.

6. Timsó: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

$M_{\text{KAl}(\text{SO}_4)_2} = 258 \frac{\text{g}}{\text{mol}},$

$M_{\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}} = 474 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$

80 °C-on:

$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ g oldatban} & 41,5 \text{ g} & \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \\ 200 \text{ g oldatban} & x & \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \\ \hline x = 2 \cdot 41,5 \text{ g} & = & 83 \text{ g KAl}(\text{SO}_4)_2. \end{array}$$

	Mivel 258 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ - nak	474 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ felel meg,	
így	83 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ - nak	y g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ felel meg.	
$y = \frac{83}{258} \cdot 474 \text{ g} = 152,5 \text{ g } \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}.$			

A 200 g oldatban $200 \text{ g} - 152,5 \text{ g} = 47,5 \text{ g}$ timsóhoz nem kapcsolódó víz van.

20 °C-on:

100 g oldatban	5,5 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$,
200 g oldatban	z g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$.
$z = 2 \cdot 5,5 \text{ g} = 11 \text{ g } \text{KAl}(\text{SO}_4)_2.$	

	Mivel 258 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ - nak	474 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ felel meg,	
így	11 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ - nak	u g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ felel meg.	
$u = \frac{11}{258} \cdot 474 \text{ g} = 20,2 \text{ g } \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}.$			

Ekkor az oldatban $200 \text{ g} - 20,2 \text{ g} = 179,8 \text{ g}$ timsóhoz nem kapcsolódó víz van.

179,8 g vízben	20,2 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ oldódik,
47,5 g vízben	w g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ oldódik.
$w = \frac{47,5}{179,8} \cdot 20,2 \text{ g} = 5,3 \text{ g}.$	

Tehát az oldatból kiválik: $152,5 \text{ g} - 5,3 \text{ g} = \mathbf{147,2 \text{ g } \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}}.$

2. forduló feladatai

1. Arisztotelész őselemeinek számához add hozzá annak az évszázadnak a számát, amikor Müller Ferenc erdélyi aranyércekből felfedezte a tellúrt! A kapott számból vond ki azon évszám számjegyeinek az összegét, amikor Szent-Györgyi Albert először állított elő kristályos C-vitamint!

Eredményül annak az elemnek a rendszámát kapod, amelyet 100 évvel ezelőtt fedeztek fel. Nézz utána a felfedezés körülményeinek!

Milyen szerepe lehet energiagondjaink megoldásában ennek az elemnek?

Kutatásaid eredményeid maximum féloldalni terjedelemben foglald össze!

8 pont

2. Egy tojás sárgáját tegyél egy mélyebb üveg- vagy porcelántálba! Kissé sózd meg, s keverd el kanállal vagy habverővel! Állandóan kevergetve előbb cseppenként, majd ha már kezd keményedni, akkor vékony sugárban öntve adj hozzá 1 dl étolajat! Ha az olaj már mind elkeveredett, adj hozzá egy-egy teáskanál citromlevet, cukrot és mustárt! Az így kapott majonéz

a francia konyhában igen gyakran alkalmazott mártások alapja. Ez az étel kémiai szempontból kolloid rendszer.

Néhány mondatban add meg az ilyen rendszerek legfontosabb típusait és azok jellemzőit!

8 pont

3. Ha a kerékpárod hosszabb ideig nyitott helyen tárolod és nem gondozod, akkor hamarosan kémiai változás jeleit láthatod rajta. Határozd meg ennek a folyamatnak a lényegét! Mit tettek a gyártók és mit tehetsz te, hogy az értékes és hasznos „barátod” idő előtti tönkremenetelét megelőzd?

7 pont

4. Ebben a feladatban két fogalom szerepel. Az alattuk felsorolt tulajdonság illetve jelenség vonatkozhat csak az egyikre, mindkettőre, vagy egyikre se.

A szerinted helyes betűjelet írd a tulajdonság, illetve jelenség előtti négyzetbe!

A) grafit

B) gyémánt

C) mindkettő

D) egyik se

- ☐ az egyes C-atomok három másikhoz kapcsolódnak egyenlő távolságban
- ☐ elektromos szigetelő
- ☐ félvezető
- ☐ oldatba csak megfelelő kémiai reakciók révén vihető
- ☐ a kristályrácsban a szénatomok negyedik elektronja elektromos mező hatására könnyen elmozdulhat
- ☐ olvadáspontja magas
- ☐ rétegrácsos szerkezetű
- ☐ elektródok, téglék készítésére használják
- ☐ atomreaktorokban használják
- ☐ a természetben elemi állapotban fordul elő
- ☐ vízben jól oldódik
- ☐ minden C-atomot négy másik vesz körül azonos távolságban
- ☐ minden C-atomhoz négy másik kapcsolódik kovalens kötéssel
- ☐ kőzet- és acélfúrók hegyéül, üvegágásra használják.

7 pont

5. Sósavban teljesen feloldunk 21,6 g részben oxidálódott kalciumreszeléket. A reakció során 10 dm^3 térfogatú, $8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ sűrűségű hidrogén keletkezett.
- A kalciumreszelék hány %-a oxidálódott el?

10 pont

6. 10 mol vízben 3 mol lúgkővet oldunk. Az így kapott oldat, amely $1,43 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ sűrűségű, 10 cm^3 -e hány cm^3 $0,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ koncentrációjú kénsavoldattal semlegesíthető?

10 pont

* * *

FELHÍVÁS

CURIE KÉMIA EMLÉKVERSENY

Közel 500, kémiát szerető 7-8. osztályos tanuló vett részt az elmúlt évben a Curie Kémia Emlékverseny különböző fordulóin. A versenyre benevezhettek a Magyarországon élő diákokon kívül külföldön élő magyar tanulók is. Az 1994/95-ös tanévben Erdélyből, Kárpátaljáról és Szlovákiából is voltak versenyzők.

A verseny a következő módon zajlik:

I. Levelező fordulók

II. Helyszíni fordulók (Békéscsaba, Budapest, Sajószentpéter, Szombathely, Szolnok, Erdély, Szlovákia, Kárpátalja)

III. Döntő (Budapest)

Pótjelentkezés: 1995. november 30-ig. Dr. Török Istvánné, 5000 Szolnok, Újvárosi Ált. Isk., Dr. Durst J. u. 1.

KÖNYVISMERTETÉS

Dr. Török Istvánné: „Kérdések és feladatok óráról órára” című általános iskolai KÉMIAoktatást segítő kiadvány 7-8. osztályos tanulók számára, valamint a feladatok megoldásait tartalmazó gyűjtemény.

Megjelent: 1993-ban.

A kiadvány a tanórai és tanórán kívüli tanulói önálló munkát segíti. Használatával a tanulók differenciált foglalkoztatása is megoldható, ezáltal a kémia tantárgy tanítása hatékonyabbá tehető.

Minden órához készült egy feladatsor, amit a tanár saját belátása szerint használhat fel. Lehet óra végi ismétlésként, vagy a következő óra elején az előző órai anyag ismétléseként, illetve számonkéréseként megoldani. A felhasználásról bővebben lehet olvasni a „Megoldások” elején lévő, szaktanároknak szóló levélben.

A megoldások olyan részletességgel készültek, hogy belőlük nemcsak az eredmény olvasható ki, hanem a részletes levezetés, a magyarázat is, így a tanár és a tanuló egyaránt tudja használni munkájában. (A szerző a szolnoki Újvárosi Ált. Isk. tanára.)

Dr. Török Istvánné: Curie Kémia Emlékverseny című kiadványban a tehetséggondozással kapcsolatos elméleti ismeretek mellett beszámolók olvashatók arról, hogy a gyakorló pedagógusok hogyan igyekeznek felismerni

tehetséges tanítványait, majd hogyan foglalkoznak fejlesztésükkel. A fentiek mellett a kiadvány tartalmazza az 5 évvel ezelőtt indított Curie Kémia Emlékverseny első 4 évének feladatait a megoldásokkal együtt. Ezen a versenyen 13-14 éves korú, Magyarországon és külföldön élő magyar tanulók vehetnek részt, melynek a levelező előkészítő szakaszon kívüli helyszíni fordulói is vannak.

Megjelent: 1995-ben.

Horváth Gabriella: 50 kémiai rejtvény című kiadványban szereplő rejtvények megfejtése során a tanulók sok-sok kémiai, kémiatörténeti érdekességgel gyarapíthatják tudásukat. A rejtvényfejtés a kulturált szórakozás mellett a logikus gondolkodás és a különböző képességek fejlesztésére is szolgál. A kiadványban a megoldás is megtalálható, így ha önállóan nem boldogulnak a rejtvényfejtők, segítségül felhasználhatják.

Különösen ajánlható felhasználásra szaktáborokban, szakköri foglalkozásokon, napköziben, illetve olyan osztályokban tanórákon, ahol gyenge képességű tanulók mellett néhány olyan jóképességű tanuló is tanul, akinek kevesebb idő szükséges a tananyag elsajátításához.

Megjelent: 1995-ben.

(A szerző a marosvásárhelyi Bolyai Farkas Elméleti Líceum tanára.)

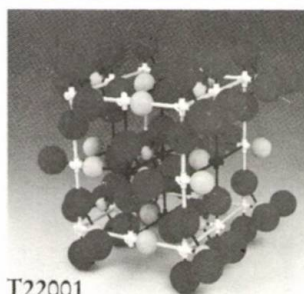
Eszközök a KÉMIA tanításához

Sulitech 

8000 Székesfehérvár
Virág. utca 28.

Tel/fax: (22) 329-646

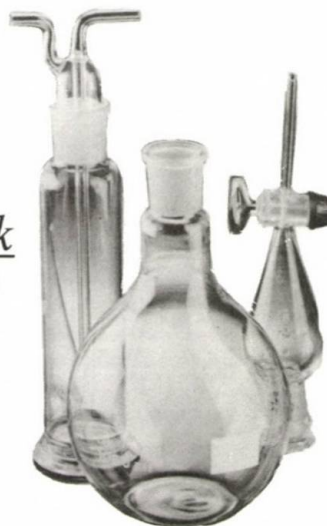
- Faliképek
- Oktatótáblák
- Kristálymodellek
- Kalottamodellek, molekula-építő készletek



- OPTICART vetítőkészülék és a hozzá tartozó fólia-sorozatok

Nappali fényben is kiválóan látható 50x50 cm-es szemléletes színes **mozgó** képeken nyomon követhetők a kémiai folyamatok. Látható, hogyan történik a desztillálás, a benzinyártás, stb.

- LABORATÓRIUMI készülékek, üveg-, kerámia-, műanyag-, gumi-, és fém-eszközök, hőmérők, műszerek
- Szaktantermi, laboratóriumi és szertári bútorok
- Oktatóstechnikai eszközök
- Hagyományos és kerámia táblák, pormentes kréták



Kedvező árak! * Ingyenes szállítás!

KÉRJE ÁRJEGYZÉKÜNKET!

Könyvajánlat

Dr. Berkes Lajos

Kémia a négyosztályos gimnáziumok első osztálya számára

A kémia *tantárgy* nemcsak ismereteket jelent, hanem a megfigyelés, a kísérletezés, a felfedezés élményét is ígéri. Ez a tankönyv egy élményekben gazdag kémiatanulást igyekszik elősegíteni. A tankönyv anyaga sok kísérletre ad alkalmat és sok kísérlet leírását tartalmazza. Ezeket a szöveg melletti rajz jelzi. A tanár által bemutatott és a tanulói kísérleteket nem különböztettük meg, azt csak az osztályban tanító tanár tudja eldönteni, hogy melyik kísérletet és milyen formában illeszti be a kémiatanításba.

A kísérleti leírások nem helyettesítik a tanórán bemutatott kísérletek alapos megfigyelését, a tanulókísérletek gondos, figyelmes végrehajtását. Inkább az élmények felidézését szolgálják az otthoni felkészülés során.

A tankönyv szövegét kisebb betűvel szedett szövegrészek egészítik ki. Ez lehet kémiatörténeti vagy egyéb érdekesség, egy-egy fogalom alaposabb kifejtése, vagy tartalmazhat kiegészítő ismereteket a tantárgy iránt jobban érdeklődők számára. A szerző szándéka szerint ezek érdekeseek, de ismeretük a továbbhaladáshoz nem feltétlenül szükséges.

A fejezeteket bevezető, vagy a szöveget helyenként megszakító is-

métlő kérdések a korábban tanult fogalmak, ismeretek felidézését szolgálják, amelyek szükségesek következő anyagrés megértéséhez.

A fejezetvégi kérdések és feladatok közül a csillaggal jelölteket a kémiával többet foglalkozó tanulóknak ajánljuk: ezek alaposabb matematikai ismereteket vagy több gondolkodást igényelnek, esetleg a kiegészítő anyag ismeretét.

A tananyag órákra bontását a szerző nem tekintette feladatának, ezért a tankönyv egy-egy fejezete nem feltétlenül egy tanóra anyagát képezi.

Megjelent

ára: 498,- Ft

ÉRETTSÉGI ÉS FELVÉTELI FELADATOK

A kiadványok a felsőfokú oktatási intézmények elmúlt éveinek felvételi és érettségi feladatsorát, valamint azok megoldásait tartalmazzák. A kötetenként 15-20 feladatsor segíti az eredményes felkészülést az érettségi illetve a felvételi vizsgákra.

BIOLÓGIA (1988-1992)
FÖLDRAJZ (1989-1992)
FIZIKA (1990-1993)
MATEMATIKA (1990-1993)
MAGYAR NYELV ÉS IRODALOM (1987-1993)
KÉMIA (1988-1992)
TÖRTÉNELEM (1989-1993)